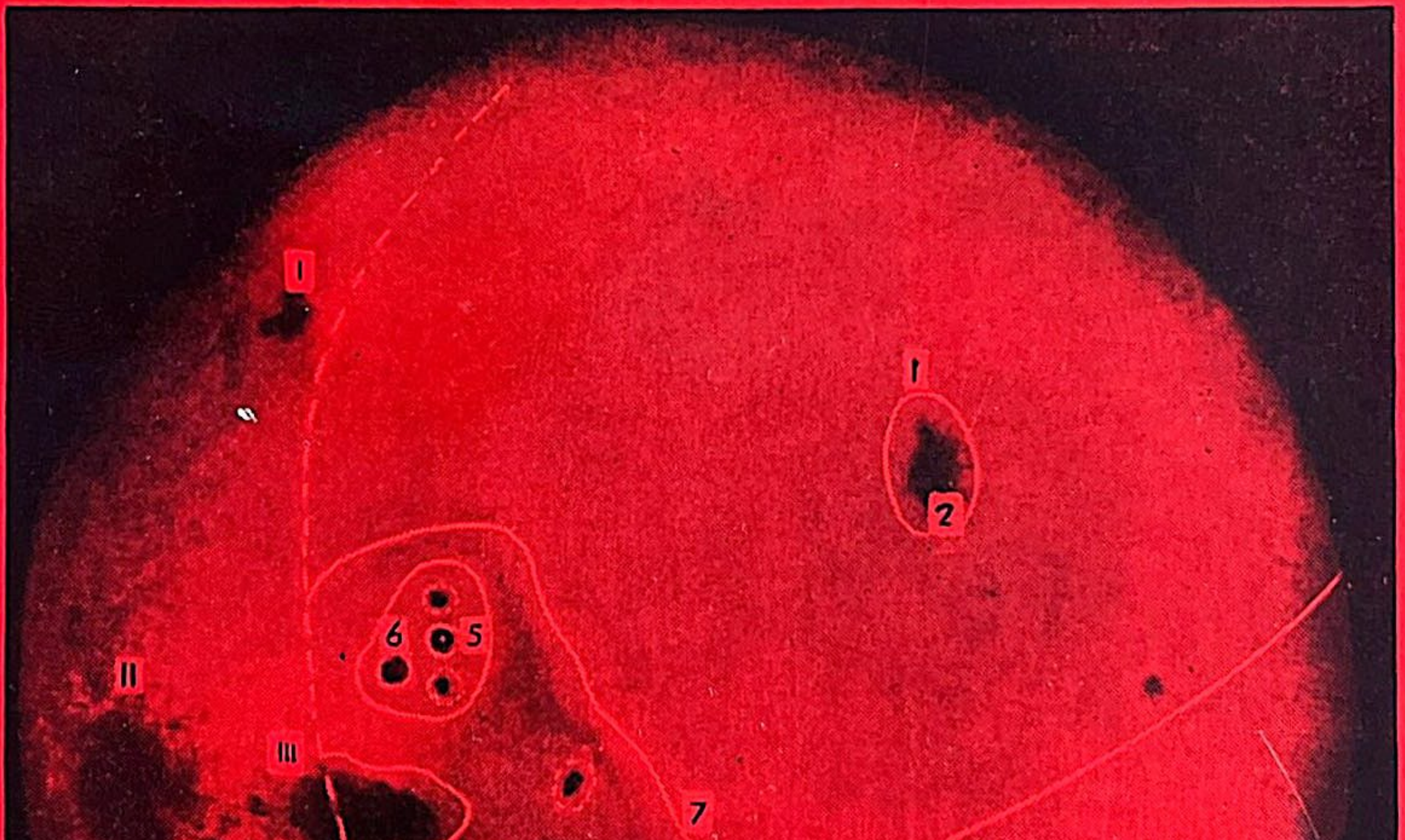
DA TERRA À LUA

DOCUMENTOS SOVIÉTICOS



VITÓRIA

Coletânea de estudos científicos

1

A. Opárin

A origem da vida Esgotado

2

A. E. Braunstein

A albumina e a vida Esgotado

3

A. Sternfeld

O vôo no espaço cósmico

O autor, Prêmio Internacional de estímulo à Astronáutica e colaborador no lançamento do primeiro satélite artificial da Terra, explica em linguagem simples o que se conhece sôbre a possibilidade de vôos para outros astros. Em 2.ª edição. Cr$ 120,00

4

V. G. Fesenkov

A B C do Sistema Solar

Uma cosmografia popular, que dá ao leigo como ao estudioso uma melhor noção do que é o nosso pequeno mundo e os astros que o cercam. Cr$ 120,00

5

S. Vavilov

O ôlho e o Sol

Um simples porém profundo estudo do Sol e do olho, revelando com beleza incomparável as relações existentes entre os dois. Um livro que explica da maneira mais clara os modernos conceitos da ótica. Cr$ 140,00

DA TERRA À LUA

Documentos soviéticos

Índice

Nota do editor 9

O estudo do Cosmos continua
Artigo de A. Nesmeiánov, Presidente da Academia de Ciências da URSS 11

O segundo foguete cósmico soviético

Sôbre o lançamento, pela União Soviética, de um foguete cósmico à Lua/Comunicado da TASS 17
Sôbre os primeiros resultados do lançamento do foguete cósmico à Lua/Comunicado da TASS 21
Problemas do lançamento de foguetes cósmicos 25
Velocidades cósmicas 26
O trem foguete 27
50 toneladas e... 6 Kg 29
Exatidão de segundos! 31
Os lemes dos foguetes cósmicos 35
O vôo à Lua
Trajetória do vôo 38
Escolha da hora de partida 39
A hora do encontro 40
Escolha da rota 41
Duração do vôo 41
Cálculo da velocidade 42
«O problema dos três corpos» 42
Direção do vôo 43
Exatidão do movimento 43
O vôo da cápsula 45
O sistema da medição 48
Um cometa criado pelo homem 52
Métodos de observação 53
O centro calculador 56

O que nos contou o segundo foguete cósmico
Dezenas de quilômetros.. de dados científicos 61
A «coroa» do globo terrestre 61
O «alçapão» magnético 62
As zonas de irradiação 62
Campos magnéticos terrestres 65
Que é que provoca as perturbações da ionosfera e do campo magnético da Terra 66
O campo magnético da Lua 69
A «cauda da Terra» 70
Ionosfera lunar? 72
«Mensageiros» das profundidades cósmicas .. 72
Onde é seu torrão natal ? 75
As «estrelas cadentes» 77
O perigo meteórico 78
Fala o «lunik»! 80
«Auscultar» e «radiografar» 83
«Atenção, Terra ! Até a Lua faltam...» .. 84
Agradecimento cordial 87

O terceiro foguete cósmico soviético

Sôbre o lançamento do terceiro foguete cósmico pela União Soviética/Comunicado da TASS 89
O terceiro foguete cósmico soviético em vôo/ /Série de comunicados diários da Agência TASS 92
Como se fotografou a Lua 106
A estação interplanetária/Texto publicado na PRAVDA de 27 de outubro de 1959 111
Estrutura da estação automática interplanetária 112
O vôo da estação interplanetária 117
Fotografia e transmissão da imagem 125
A face invisível da Lua 133

Nota do editor

A opinião mundial manifesta grande interêsse pelos foguetes que a União Soviética lançou em direção à Lua. Por motivo do êxito no vôo dêsses foguetes, o govêrno soviético, o Partido Comunista da União Soviética, os cientistas e todo o povo da URSS receberam inúmeros telegramas de felicitação de estadistas e personalidades políticas, de sábios e filhos simples do povo de todos os recantos do mundo.

O livro que entregamos à atenção do leitor reune documentos oficiais soviéticos dados a público e artigos de cientistas soviéticos, relativos ao lançamento, pela URSS, de seus segundo e terceiro foguetes cósmicos.

O estudo do Cosmos continua

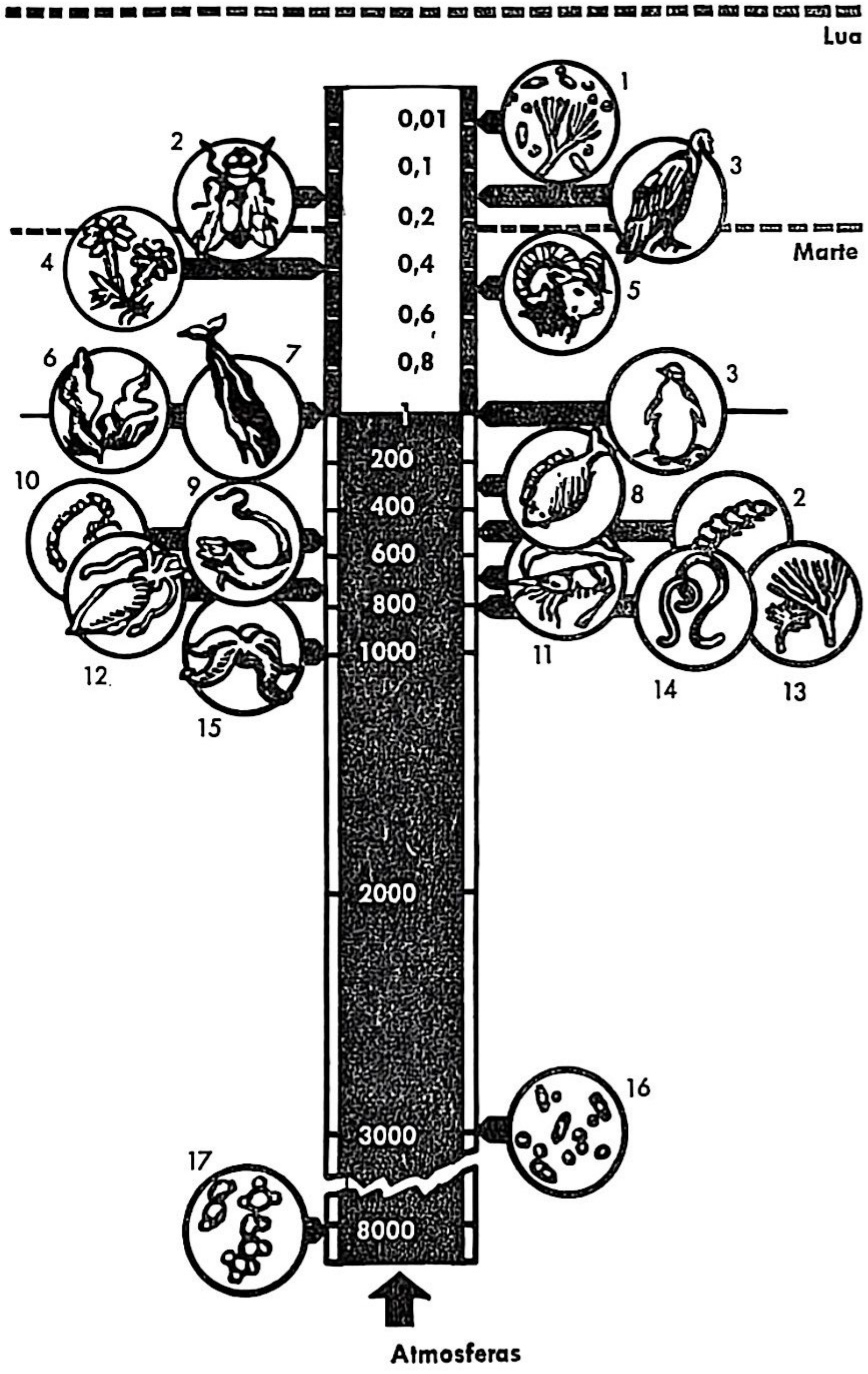
A. Nesmeiánov
Presidente da Academia de Ciências da URSS

O estudo experimental direto do Cosmos, sua conquista pelo homem e para o homem continuam. E como! Através de êxitos que assombram a imaginação!

Constitui imensa alegria para cada soviético a primazia da ciência de seu país nos vôos e pesquisas cósmicos, a abertura, lograda precisamente pelos soviéticos, de uma nova era na história da humanidade: a era cósmica. O vôo ao Cosmos, iniciado com ímpeto tão audaz, não mais se deterá. A perspetiva é o vôo do homem ao espaço interplanetário, o vôo de foguetes cósmicos até aos planêtas mais próximos, — Marte e Venus —, e, em seguida, a outros mais distantes.

E tudo isso não num fantástico futuro longínquo, mas em prazos próximos.

Que acontecerá mais adiante? Estudar êsses planêtas, dominá-los, povoá-los? Atingir os planêtas mais longínquos? Transpor os limites do sistema solar? Perde-se o fôlego e a imaginação não se esgota...



O homem já não está mais acorrentado à Terra.

O novo êxito impressionante, — fotografar o reverso da Lua por meio duma estação automática interplanetária, transmitir as imagens obtidas para a Terra em obediência a sinais desta emitidos e recebê-las por meio de postos de observação terrestres —, é uma autêntica maravilha, maravilha do pensamento e do trabalho coordenados de enorme coletividade de sábios, projetistas, engenheiros e operários, é o testemunho do imenso poder de nossa ciência e de nossa técnica.

Aí está fundido, harmônicamente, o trabalho da Academia de Ciências da URSS, de uma série de importantíssimos institutos científicos da indústria, de escritórios de projetamento e de fábricas. Não se sabe que causa maior admiração: se o próprio vôo do foguete cósmico, com seu cálculo assombrosamente exato e a engenhosa escolha da trajetória balística, cuja forma inteira foi determinada durante os primeiros minutos do vôo do foguete no setor de projeção; se a potência e perfeição de funcionamento extraordinárias dos motores; se as rádiocomunica-

Na página ao lado, escala de pressões, em atmosferas, * sob as quais há possibilidade de vida. Nos círculos estão indicados os espécimens do mundo animal e vegetal capazes de existir dentro da gama de pressões consideradas: 1 esporos de bactérias e de mucoríneas; 2 insetos; 3 pássaros; 4 plantas fanerógamas; 5 mamíferos terrestres; 6 algas; 7 mamíferos marítimos; 8 peixes; 9 peixes de grandes profundidades; 10 ferrobactérias; 11 crustáceos; 12 moluscos cefalópodos; 13 mucoríneas; 14 nematóides; 15 quinodermos; 16 esporos de bactérias; 17 sacaromicetáceas.

* Atmosfera: unidade de pressão dos gases, equivalente ao pêso, sôbre um centímetro quadrado, de uma coluna vertical de mercúrio com 76 centímetros de altura, ou seja, a 1033 gramas por centímetro quadrado. (Nota do tradutor)

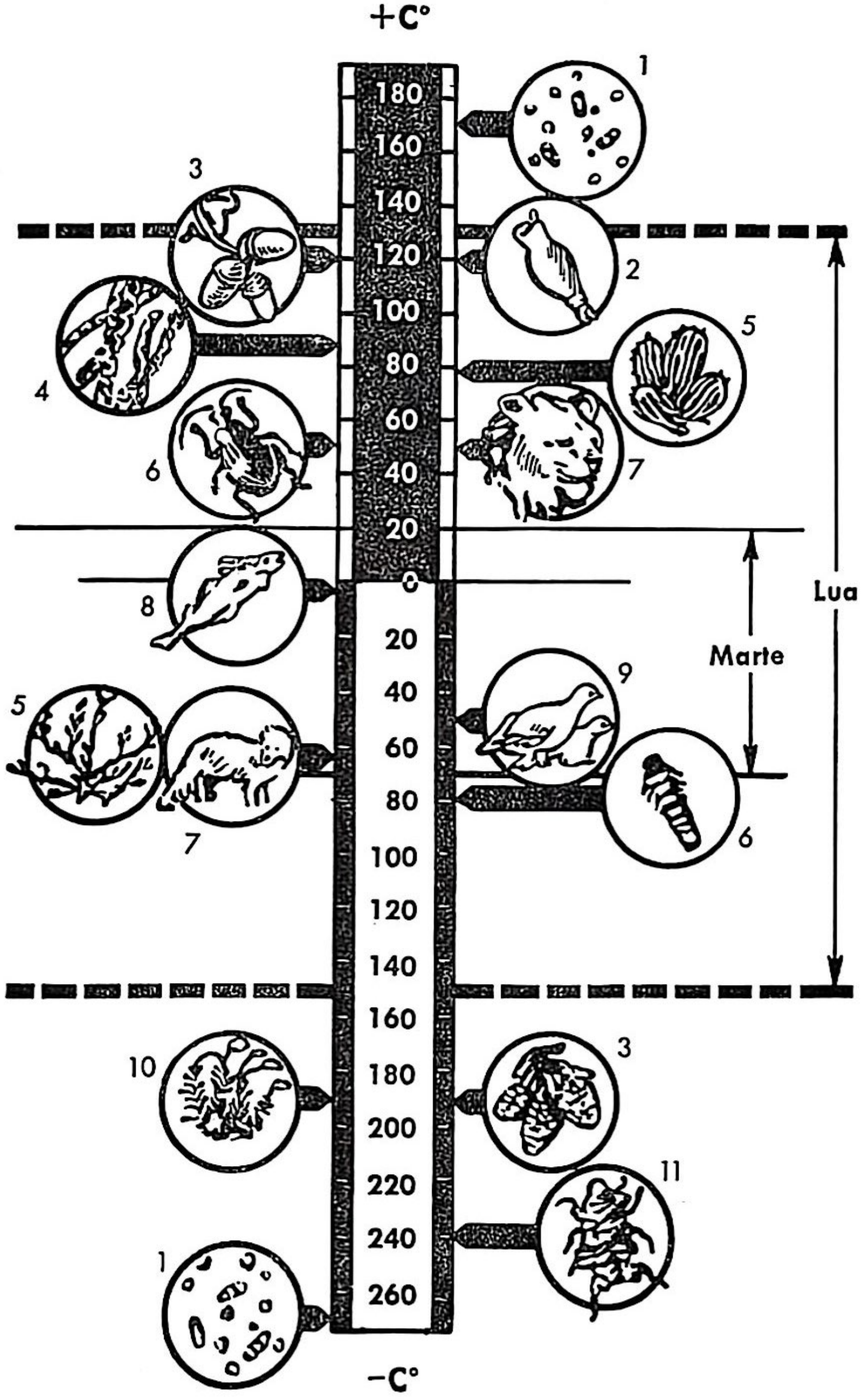
ções e a transmissão por televisão, a centenas de milhares de quilômetros; ou se a pontaria automática da estação interplanetária e de seus sistemas óticos sôbre o objetivo —a face oposta da Lua. Seja como fôr, o êxito foi completo!

É surpreendente a diferença entre a face oculta da Lua, relativamente pouco acidentada, e a face que conhecemos desde a infância, — a infância de cada um de nós e a da própria humanidade. Apenas uma cordilheira, a colossal cordilheira Soviética, atravessa-a de norte a sul e é pequeno o número de mares, — entre êles o mar de Moscou —, e de crateras, — Tsiolcóvsqui, Lomonossov, Joliot-Curie —, que diversificam aquelas paragens.

Desde logo a face oposta da Lua apresenta enigmas cuja solução é importante para a cosmogonia, da mesma forma que o é a ausência de campo magnético neste satélite da Terra. Por que é justamente a face da Lua que olha para a Terra a que se apresenta «picada de varíolas»? Como esta, há muitas outras perguntas a responder.

Já os primeiros vôos cósmicos sem o homem tornam real a perspetiva do vôo dêste. Deixaram claro que pode desprezar-se o perigo dos meteoros. Revelaram a presença de outro perigo ameaçador para o cosmonauta, — a irradiação intensa concen-

Na página ao lado, escala de temperaturas, em graus centígrados, sob as quais há possibilidade de vida. Nos círculos estão indicados os espécimens do mundo animal e vegetal capazes de existir dentro da gama de temperaturas consideradas: 1 esporos de bactérias; 2 rotíferos; 3 sementes de plantas superiores; 4 algas azul-esverdeadas; 5 plantas fanerógamas; 6 insetos; 7 mamíferos terrestres; 8 peixes; 9 pássaros; 10 musgos e liquens; 11 tardígrados.



trada em duas zonas que circundam a Terra —, e mostraram o caminho para evitar êsse perigo.

Não foram ainda elaborados todos os dados científicos recebidos da estação automática interplanetária. Nem é coisa para um mês o trabalho a realizar, de estudo e confrontação das imagens fotográficas obtidas e de elucidação dos pormenores relativos à estrutura da superfície da face oposta da Lua. Mas o que já se divulgou e converteu-se em patrimônio de tôda a humanidade é verdadeiramente extraordinário e a todos faz relembrar, uma vez mais, a potência ilimitada da ciência, que goza, na URSS, da excepcional solicitude do Partido Comunista e do govêrno soviético.

O segundo foguete cósmico soviético

Sôbre o lançamento, pela União Soviética, de um foguete cósmico à Lua

Comunicado da TASS

De acôrdo com o programa de investigação do espaço cósmico e de preparação para os vôos interplanetários, a 12 de setembro de 1959 realizou-se na União Soviética, com êxito, o segundo lançamento de um foguete cósmico.

O foguete foi lançado com o fim de investigação do espaço cósmico durante seu vôo para a Lua.

O lançamento foi feito por meio de um foguete multiestágio. O último estágio, depois de ultrapassar a segunda velocidade cósmica, — 11,2 quilômetros por segundo —, avança em direção à Lua.

Às 15 horas (hora de Moscou) de 12 de setembro, o foguete tinha-se afastado da Terra 78 500 quilômetros e encontrava-se sôbre um ponto situado ao norte da Nova Guiné.

O último estágio do foguete é um foguete dirigido de 1 511 quilogramas (sem o combustível). Leva em seu interior uma cápsula com aparelhamento científico e rádio-técnico. A cápsula, de forma esférica, é hermèticamente fechada e cheia de gás. Está dotada de um sistema de regulação automática do regime térmico.

Depois da entrada em órbita, a cápsula do aparelhamento científico de medição foi destacada do último estágio do foguete.

Por meio do segundo foguete cósmico soviético devem ser realizadas:

— a investigação do campo magnético terrestre e do campo magnético lunar;

— a investigação das zonas de irradiação circundantes da Terra;

— a investigação da intensidade e das variações de intensidade da irradiação cósmica;

— a investigação dos núcleos pesados da irradiação cósmica;

— a investigação dos componentes gasosos da substância interplanetária;

— o estudo das partículas meteóricas.

O pêso total dos aparelhos científicos e de medição, juntamente com as fontes de alimentação e a cápsula, é de 390,2 quilogramas.

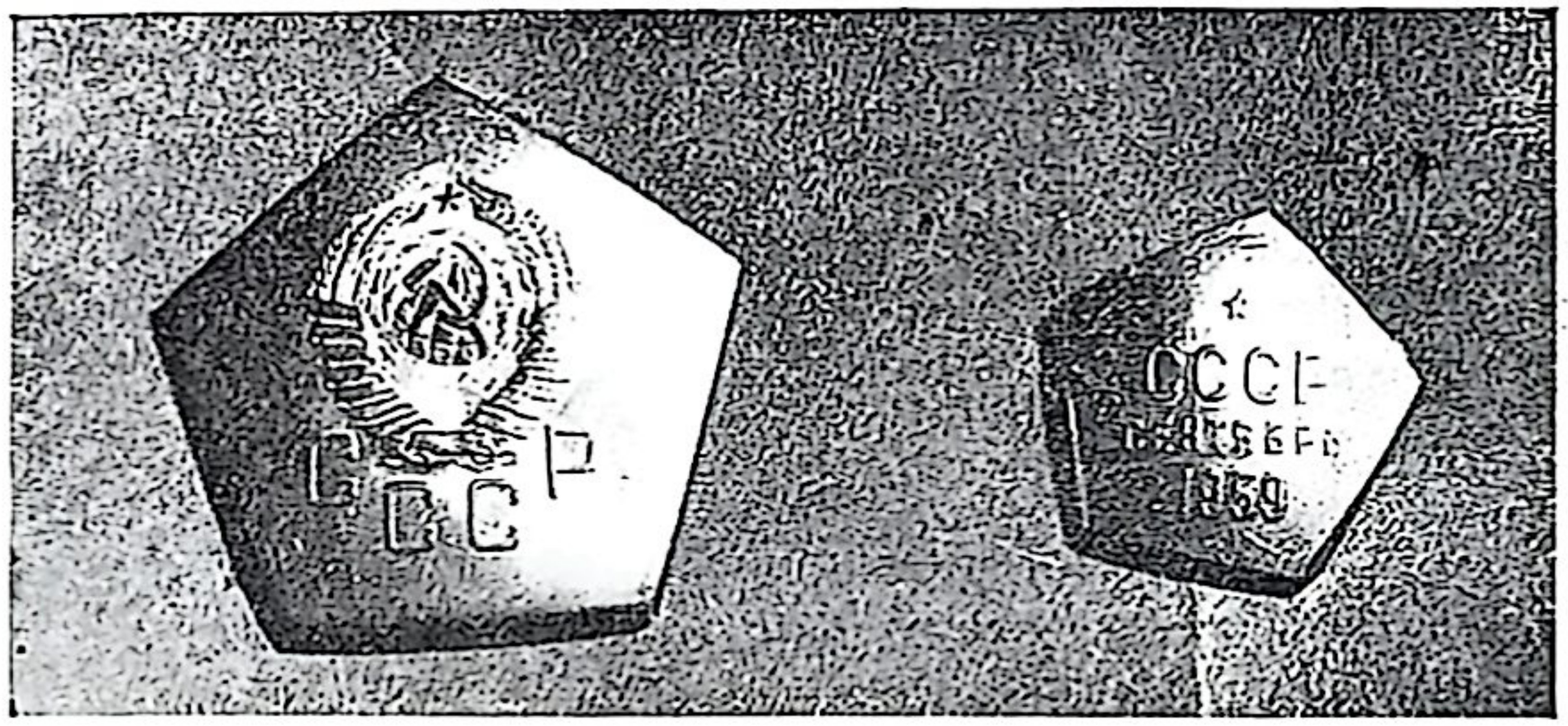
Com o fim de transmitir à Terra tôda a informação científica, medir os parâmetros do movimento e controlar o vôo do foguete, estão instalados neste três radiotransmissores:

— um, com funcionamento em duas freqüências, — 20,003 e 19,997 megaciclos —, irradia sinais do tipo dos das mensagens telegráficas, com a duração de 0,8 a 1,5 segundos, e opera de modo que durante as pausas de irradiação da primeira freqüência transmitem-se os impulsos na segunda freqüência;

— um segundo, com funcionamento nas freqüências de 19,993 e 39,986 megaciclos, e cujos sinais são impulsos de duração que varia de 0,2 a 0,8 de segundo; a freqüência de repetição dos impulsos é de 1 mais ou menos 0,15 de ciclo;

— e um terceiro radiotransmissor, com funcionamento na freqüência de 183,6 megaciclos.

O foguete cósmico leva emblemas com o escudo



No foguete cósmico soviético que atingiu a Lua foram colocados três emblemas: dois na cápsula portadora do aparelhamento científico e um no último estágio do foguete. Nas fotos vêem-se: em cima, elementos pentagonais dos emblemas esféricos; em baixo, o emblema em forma de fita.

da União das Repúblicas Socialistas Soviéticas e com a inscrição: setembro de 1959.

Para a observação visual do foguete cósmico foi nêle montada uma instalação especial destinada a criar uma nuvem de sódio, — um cometa artificial. Êste cometa se formará no dia 12 de setembro, às 21 horas 39 minutos 42 segundos (hora de Moscou). Será observado na constelação do Aquário, aproximadamente sôbre a linha que une as estrelas Alfa da constelação da Águia e Alfa da constelação do Peixe Austral.

As coordenadas equatoriais do cometa serão as seguintes: ascensão reta — 20 horas 41 minutos; declinação — menos 7,2 graus.

O cometa artificial poderá ser observado e fotografado com meios óticos (com fotofiltros que destaquem a linha espetral do sódio) no território da Ásia Central, Cáucaso, Ucrânia, Bielorrússia, parte central do território europeu da URSS, assim como na Europa, África, países do Oriente Próximo, Índia e Oeste da China.

Todos os radiotransmissores instalados no foguete estão funcionando normalmente. As estações radiotécnicas terrestres estão recebendo a informação científica de bordo do foguete.

Por meio de um sistema de medição automático especial, cujas estações estão situadas em diferentes pontos da União Soviética, medem-se ininterruptamente os parâmetros do movimento do foguete. O estudo dos resultados das medições e a determinação dos elementos da órbita do foguete são levados a efeito em máquinas eletrônicas ultra-rápidas.

Tôdas as estações de rádio da União Soviética transmitirão as informações sôbre o movimento do foguete cósmico.

Segundo dados preliminares, êste segue uma trajetória muito próxima da calculada. Espera-se que chegue à Lua no dia 14 de setembro, às 00 horas 05 minutos (hora de Moscou).

O feliz lançamento do segundo foguete cósmico soviético é uma nova etapa importante na investigação e na conquista do Cosmos pelo homem. Com êsse lançamento ampliam-se as perspetivas da colaboração internacional na esfera do domínio do espaço cósmico, o que contribuirá para o alívio ulterior da tensão internacional e para o fortalecimento da causa da paz.

Sôbre os primeiros resultados do lançamento do foguete cósmico à Lua

Comunicado da TASS

O foguete cósmico soviético lançado a 12 de setembro de 1959 atingiu a superfície da Lua no dia 14 de setembro, às 00 horas 02 minutos 24 segundos (hora de Moscou).

O vôo até à Lua transcorreu estritamente segundo a trajetória calculada prevista. Todos os sistemas, conjuntos e elementos do foguete funcionaram normalmente durante o vôo.

Os meios rádiotécnicos instalados a bordo do foguete asseguraram o acompanhamento seguro, desde a Terra, do seu vôo, do momento da partida até o momento em que a cápsula do aparelhamento científico atingiu a superfície da Lua.

O bom funcionamento do sistema de medição automático terrestre permtiu controlar ininterruptamente a correspondência da trajetória efetiva do vôo com os dados calculados, fazer um prognóstico certeiro do impacto na Lua e determinar a região dêsse impacto.

A análise da trajetória efetiva do movimento do segundo foguete cósmico soviético, feita à base dos dados registrados de todos os tipos de medições e observações, permite no momento uma delimitação preliminar da região em que caíram a cápsula de aparelhos científicos e de medição e o último estágio

do foguete. A elaboração dos dados das observações mostra que a cápsula caiu na superfície da Lua a leste do mar da Serenidade, perto das crateras Aristilo, Arquimedes e Autólico. Segundo os dados obtidos, a latitude selenográfica do ponto de choque da cápsula com a superfície da Lua é igual a mais 30 graus e a longitude selenográfica é igual a zero. O afastamento do ponto de alunagem da cápsula em relação ao centro do disco visível da Lua é aproximadamente de 800 quilômetros.

No momento do impacto, a trajetória da cápsula formava um ângulo de 60 graus com a superfície da Lua e a velocidade da cápsula em relação à Lua era de cêrca de 3,3 quilômetros por segundo.

A elaboração dos dados obtidos confirma que o último estágio do foguete cósmico também atingiu a superfície da Lua.

Como foi antes comunicado, durante o vôo do segundo foguete cósmico soviético à Lua deviam efetuar-se investigações dos campos magnéticos da Terra e da Lua, das zonas de irradiação circundantes da Terra, da intensidade da irradiação cósmica, dos núcleos pesados dessa irradiação e dos componentes gasosos da subtância interplanetária, e o estudo das partículas meteóricas.

O exame dos materiais obtidos à base das investigações realizadas confirmou que o aparelhamento científico e telemétrico instalado na cápsula funcionou normalmente.

Foi feito o deciframento básico dos materiais das telemedições.

Os dados preliminares obtidos permitem já, no momento, estabelecer o seguinte:

— de acôrdo com os dados registrados do magnetômetro, nos limites de sua sensibilidade e de seu êrro de desvio (da ordem de 60 gamas) não foi descoberto campo magnético nas proximidades da Lua;

— as medições da intensidade da irradiação nas proximidades da Lua não revelaram a existência de zonas de irradiação de partículas carregadas, o que concorda com os resultados das medições magnéticas;

— ao longo da trajetória seguida pelo foguete, foram feitas, no espaço cósmico, medições do fluxo geral da irradiação cósmica, assim como dos fluxos de núcleos de hélio (particulas alfa), de núcleos de carbono, de azôto, de oxigênio, e de núcleos mais pesados que entram na composição dos raios cósmicos;

— foram obtidos dados complementares sôbre as irradiações de raios Roengten, raios gama, eletrons de grandes e pequenas energias, e partículas de energias elevadas;

— foram realizadas medições nos limites da zona de irradiação da Terra;

— efetuou-se o registro das correntes criadas pelas partículas de gás ionizado que caíram do meio ambiente nos quatro alçapões de partículas carregadas positivamente instalados na cápsula. Os valores das correntes registradas variam ao longo da rota do foguete. As avaliações preliminares mostram que entre a Terra e a Lua há regiões em que a concentração de partículas ionizadas é menor que cem partículas por centímetro cúbico. À aproximação da Lua, a uma distância dela da ordem de dez mil quilômetros, as correntes registradas aumentam. Isso pode explicar-se seja pela existência, em tôrno da Lua, de uma camada de gases ionizados, espécie de ionosfera lunar, seja pela presença, em tôrno da Lua, de uma região de concentração elevada de corpúsculos de energias da ordem de dezenas de volts;

— obtiveram-se novos dados sôbre os micrometeoros.

Prosseguem a elaboração e análise dos materiais obtidos.

À medida que se complete êste trabalho publicar-se-ão os resultados das investigações realizadas.

A criação do foguete cósmico de vários estágios, dos motores, do sistema de orientação do vôo e do conjunto de meios instalados em terra que permitiram a partida exata do foguete e o seu movimento de alta precisão até à Lua assim como o contrôle do vôo até o momento do encontro com a Lua é um êxito formidável da ciência e da técnica soviéticas.

O lançamento do segundo foguete cósmico soviético, o conjunto de investigações científicas realizadas e o atingir a superfície da Lua representam uma contribuição notável à ciência mundial, à obra da conquista do Cosmos pelo homem.

Problemas do lançamento de foguetes cósmicos

Já em 1903 o grande sábio russo K. E. Tsiolcóvsqui indicava o meio através do qual a humanidade lograria a possibilidade de ir à Lua, a Vênus, a Marte e a outros planêtas. Êste meio seriam os foguetes cósmicos. Entretanto, Tsiolcóvsqui considerava que as viagens interplanetárias eram coisa de um futuro longínquo, que os vôos ao Cosmos só se tornariam possíveis dentro de 200 a 300 anos. A ciência e a técnica do regime socialista soviético mostraram-se capazes de realizá-los muitíssimo antes.

O lançamento de um foguete à Lua é problema científico e técnico extremamente complicado. E mais complicado ainda o de fazer a volta por trás dela.

Para a realização dêsses vôos foi necessário criar um foguete multiestágio de alta perfeição, potentes motores a foguete acionados por combustível de elevado teor calorífico, um sistema de alta precisão para a direção do vôo, um aparelhamento de partida terrestre e um conjunto de medição automático terrestre para acompanhar o vôo do foguete.

Por êste simples enunciado do problema até o homem mais profano em ciência compreenderá quão complicada era a tarefa.

Velocidades cósmicas

Para o lançamento de satélites artificiais da Terra e de foguetes cósmicos é necessário atingir-se uma velocidade colossal, cêrca de 30 000 a 40 000 km/h e mais. A fim de compreender por que é assim, suponhamos que o foguete é lançado ao espaço cósmico segundo uma tangente à circunferência da Terra, ou seja, paralelamente a ela. Se a velocidade de vôo do foguete é inferior a 7,9 km/seg, êle, sob a ação da fôrça da gravidade terrestre, descreverá um arco semelhante a uma parábola, caindo inevitàvelmente na Terra. A uma velocidade de vôo de 7,9 km/seg o foguete não voltará à Terra e sim passará a girar em tôrno dela segundo uma circunferência perfeita. Esta velocidade denomina-se velocidade cósmica circular. É precisamente a mínima necessária para o vôo de satélites artificiais da Terra.

O aumento da velocidade fará com que o movimento do foguete se realize não já segundo uma circunferência, mas segundo uma elipse. E quanto maior fôr essa velocidade tanto mais alongada será a elipse. A velocidade de 11,1 km/seg leva ao limite o alongamento da elipse e é, por conseguinte, o limite máximo das velocidades necessárias para o vôo segundo trajetória elítica. Em tais condições, o eixo maior da elipse pode «chegar» até à Lua. Os sábios reuniram todo o grupo de velocidades elíticas (inclusive a circular) sob a designação de primeira velocidade cósmica.

À velocidade de 11,2 km/seg, o foguete adquire a chamada segunda velocidade cósmica, também denominada parabólica, porque neste caso o foguete descreve não uma elipse, mas uma parábola, e pode voar até à Lua e muito além. Essa velocidade é também chamada, às vêzes, de «velocidade de libertação», porque precisamente ao atingí-la o foguete já

se liberta do jugo da gravidade terrestre. E, por último, existe a velocidade cósmica hiperbólica. Ela supera os 11,2 km/seg, passando gradualmente à terceira velocidade cósmica, em que o foguete pode abandonar o nosso sistema solar e afastar-se adentro das extensões infinitas do espaço cósmico extraplanetário. O primeiro foguete cósmico soviético lançado em direção à Lua atingiu uma velocidade inicial de quase 11,4 km/seg, o que lhe permitiu aproximar-se até bastante perto da órbita do planêta Marte. Se o foguete tivesse tido uma velocidade inicial * de 11,6 km/seg teria atingido essa órbita. O segundo foguete cósmico também teve velocidade superior à segunda velocidade cósmica.

Mas não se deve pensar, é claro, que, tendo o foguete desenvolvido de início a velocidade cósmica necessária, manterá daí por diante essa mesma velocidade. Ela, sob a ação da gravidade terrestre, diminui ràpidamente à medida que o foguete se afasta da Terra e, já a uma distância de 1 500 km desta, cai a 10 km/seg. A 100 000 km ela é igual a 3,5 km/seg. Quanto mais o foguete afastar-se da Terra, tanto menor será a sua velocidade.

O trem foguete

Agora, quando a segunda nave cósmica atingiu a Lua e a terceira fêz a volta por trás dela, o pensamento de todos volta-se antes de tudo, naturalmente, para o poderoso foguete que, superando a gravidade terrestre, pôde enviar ao Cosmos laboratórios volantes de tão enorme pêso.

* A expressão *velocidade inicial*, aqui refere-se à velocidade no fim do setor de projeção da trajetória, ou seja, *no início* do vôo por inércia do foguete. (Nota do tradutor)

A criação de foguetes cósmicos está ligada a um grande complexo de minuciosas investigações na esfera das mais diversas ciências: matemática cibernética, mecânica, física, química, metalurgia, astronomia. Não há, com efeito, ramo do conhecimento e da técnica que não tenha tido que ver com a criação do foguete cósmico e com a realização do seu vôo, sendo mesmo difícil indicar qual, dentre os setores da técnica, tem aí importância predominante.

Os foguetes interplanetários e cósmicos contemporâneos são aparelhos volantes de forma original enormes, produtos, ao mesmo tempo, de uma meticulosidade de concepção excepcional. Contêm os mais diversos sistemas e instalações mecânicos, físicos, termotécnicos, eletrônicos, radiotécnicos, e muitos e muitos outros.

A descrição do foguete moderno ocuparia muitos volumes. Bastam, entretanto, uns poucos traços gerais para que se imaginem as dificuldades científicas e técnicas que os homens de ciência soviéticos tiveram que superar.

Um foguete capaz de desenvolver uma velocidade, — do nosso ponto-de-vista comum gigantesca —, de 28 000 a 40 000 quilômetros por hora deve pôr-se em movimento com potentes motores a reação. Muitos anos levaram os construtores para chegar à criação de motores capazes de desenvolver o maior empuxo possível ao mesmo tempo que fôsse conseguida a diminuição de pêso do próprio foguete. A simples diminuição do pêso de conjunto do foguete, falando de modo geral, não basta. Já Tsiolcóvsqui propusera o princípio dos foguetes multiestágio, constituídos de vários motores de tanques de combustível independentes, isto é, de vários «estágios». À medida que o combustível vai sendo consumido os estágios vão sendo sucessivamente ejetados. Uma vez desligado o

último motor, o foguete prossegue, por inércia, o seu movimento no Cosmos.

50 toneladas e... 6 kg

O pêso de partida dos foguetes cósmicos modernos é muito grande. Assim, por exemplo, o sistema de foguetes do «Juno II», utilizado nos Estados Unidos para o vôo em direção à Lua, tem um pêso total de 50 toneladas. Seu último estágio pesa 30 quilogramas e a carga útil apenas 6 quilogramas, isto é, é quase 8 400 vêzes menor que o pêso de partida do foguete. Para lançar ao Cosmos um corpo de muitas centenas de quilogramas de pêso, como é o caso nos foguetes cósmicos soviéticos, necessitam-se, é claro, foguetes incomparàvelmente mais potentes.

No momento em que os motores param de trabalhar, o foguete possui uma reserva colossal de energia. Se se utiliza o conceito usual de potência, pode-se calcular que um foguete de empuxo de, por exemplo, 100 toneladas, ao atingir a velocidade de 20 000 quilômetros por hora, tem uma potência de cêrca de 7,5 milhões de HP, ou seja, o triplo da potência da central hidrelétrica de Cúibyshev (URSS), a maior do mundo.

A parte fundamental do pêso do foguete, — até 80% —, corresponde ao combustível. Só se pode diminuir a sua provisão se se constroem motores de elevado rendimento.

As bases de princípio para a criação de tais motores foram indicadas já por Tsiolcóvsqui. Trata-se do emprêgo de combustível de alto teor calorífico e da sua queima, na câmara de combustão, à mais elevada pressão possível. Na prática, isso deve conduzir à construção de motores que trabalhem, na câmara de combustão, a uma pressão de 50 a 100 atmosferas e a uma temperatura de 3 000 a 3 500

graus. Para ter-se uma idéia do quanto de extraordinário encerram essas condições, basta dizer que, no referente à quantidade de calor desprendido, por segundo, por unidade de volume da câmara de combustão, os motores a reação a líquido superam em centenas de vêzes os outros motores térmicos, por exemplo, os de automóvel, e em milhares de vêzes as caldeiras a vapor.

Nos potentes foguetes modernos costumam instalar-se vários motores em cada estágio, pois a criação de uma câmara de combustão única, capaz de desenvolver um empuxo de algumas centenas de toneladas é tarefa ainda não resolvida. Mas o funcionamento conjunto de vários motores cria grandes dificuldades. É preciso assegurar o seu funcionamento simultâneo e uniforme, dosar rigorosamente o combustível que cada um deve consumir.

Aspeto crítico, no vôo do foguete multiestágio, constitui a manutenção do curso previsto do movimento apesar das mudanças súbitas da massa do foguete cósmico no momento em que cada estágio é ejetado. Por isso é particularmente importante o desligamento exato dos motores de cada estágio. Na verdade, todo o destino posterior do foguete depende do grau de precisão com que fôr atingida a velocidade calculada, e mantida a direção do vôo no momento em que parem de funcionar os motores. Aqui são inadmissíveis mesmo erros de um centésimo por cento.

Quando a nave cósmica atravessa as atmosferas dos planêtas, sôbre ela atua uma corrente de gás hipersônica (ultra-supersônica). Se, devido a isso, o revestimento do foguete entra em vibração, êste pode chegar a ser destruído. Daí que os cientistas devam calcular exata e corretamente as dimensões e a forma das estruturas, a fim de que tais vibrações não surjam. Para isso é preciso assegurar a interação das estruturas de finas paredes do foguete com a matéria cósmica, conseguir a solidez dinâmica dessas estruturas nos chamados regimes autovibratórios.

Durante a vertiginosa viagem da nave cósmica surgem fortes ondas de choque de gás. Devido a isso, forma-se junto ao revestimento do foguete uma perigosa camada «limítrofe» de gás, de temperatura muito elevada. A criação de um revestimento refratário especial e de uma forma exterior tal do cosmoplano que assegure a menor resistência da matéria e diminua a temperatura da camada «limítrofe» é uma das principais tarefas dos cientistas e projetistas. Correlatamente, é necessário enfrentar muitos problemas da gasodinâmica das grandes velocidades supersônicas.

Até há pouco tempo supunha-se que o processo do vôo era relativamente simples: a nave superaria a atração terrestre e entraria no espaço «vazio», onde atuariam apenas as leis da gravitação universal. Consideravam-se todos os cálculos como problema puramente aritmético. Mas os satélites artificiais mostraram que nas grandes altitudes não existe o vácuo e sim matéria cósmica bastante densa. A análise da dinâmica dos vôos permitiu decifrar muitas propriedades dos meios aéreo e inaéreo. A exigência da exatidão do vôo relaciona-se com a solução de muitos problemas de mecânica dos aparelhos de direção e de problemas de estabilidade do movimento da nave.

Exatidão de segundos!

A alunagem do segundo foguete cósmico soviético permitiu pela primeira vez na história da humanidade resolver o problema do encontro de dois corpos em movimento no Cosmos a enormes velocidades. Essa notável experiência realizou-se a partir de

uma distância de quase 400 000 quilômetros, em que o menor êrro de orientação do foguete no setor inicial de seu vôo podia redundar em enormes erros ao alvo na zona do encontro com a Lua.

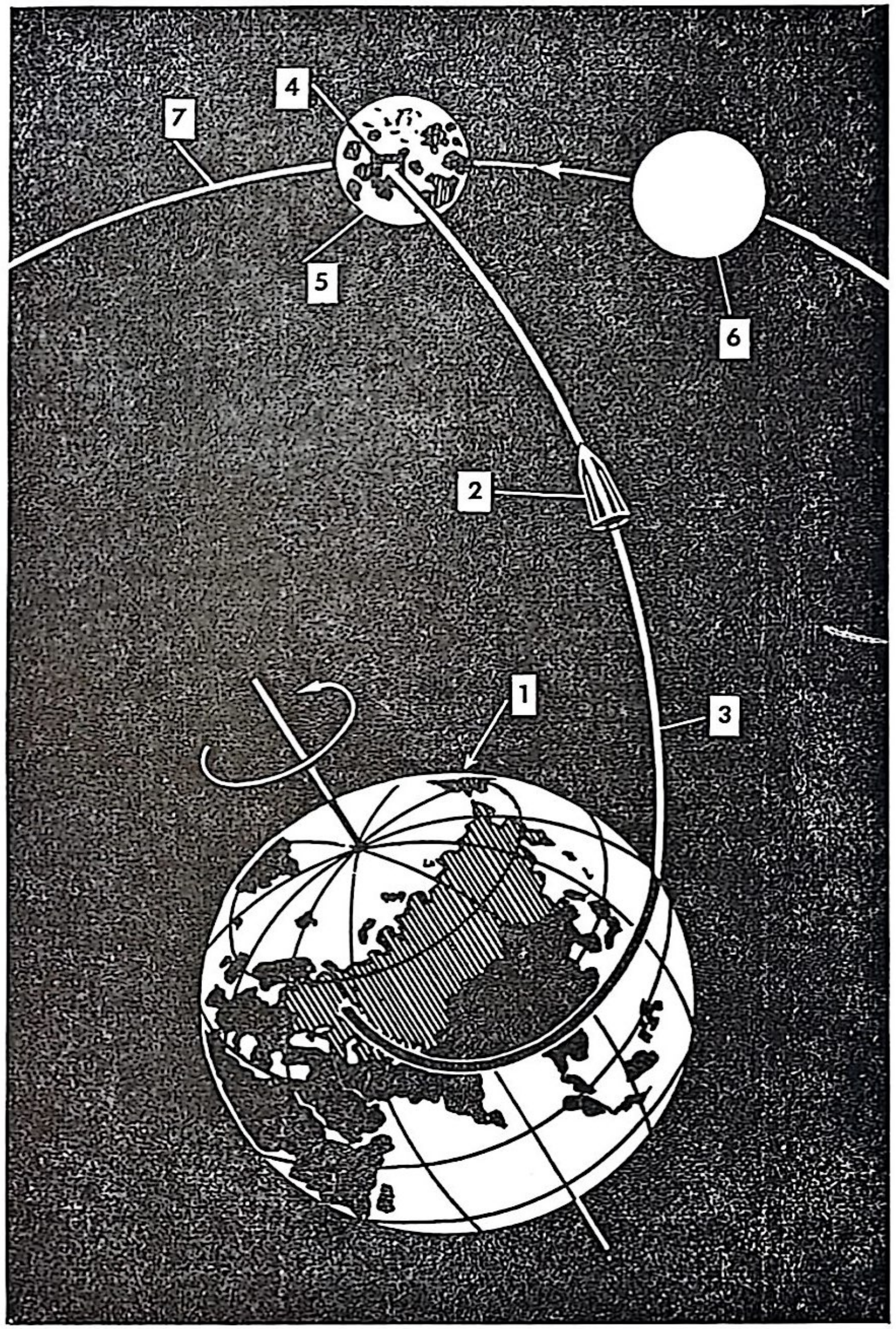
Para que o foguete caísse na Lua foi necessário assegurar uma precisão de pontaria que supera de muito a precisão dos melhores canhões ao dispararem a distâncias dez mil vêzes menores que a que medeia entre a Terra e a Lua. A razão entre o desvio do foguete em relação ao centro da Lua e a distância por êle percorrida foi apenas de uns dois milésimos.

Ao lançar o foguete à Lua é mistér apontar essa enorme estrutura para o ponto em que a Lua deverá chegar quase dois dias depois. Por isso foi necessário calcular com grande exatidão a hora do lançamento do foguete.

A escolha errônea do momento do lançamento e o desvio, sejam quais fôssem as causas, da velocidade do foguete em relação à calculada podiam conduzir a que êste último cruzasse a órbita da Lua antes ou depois da chegada desta ao ponto calculado de encontro. De tal modo, para que o foguete caísse na Lua foi necessário cumprir com excepcional exatidão o programa previsto do seu movimento.

Para definir a complexidade dêsse programa, basta dizer que, a fim de que o foguete seguisse a trajetória necessária, a grandeza de sua velocidade durante a projeção devia ser mantida com uma exa-

Na página ao lado, esquema do vôo do segundo foguete cósmico soviético à Lua: 1 Terra; 2 Foguete; 3 Trajetória do vôo do foguete; 4 Zona de alunagem do foguete; 5 Posição da Lua no momento em que o foguete a atingiu; 6 Posição da Lua no momento do lançamento do foguete; 7 Órbita da Lua.



tidão de até um metro por segundo. O êrro dos ângulos de inclinação não devia ultrapassar um grau e o momento de partida devia coincidir com o calculado salvo um êrro de uns poucos segundos. Tudo isso foi assegurado pela automática do foguete, que funcionou com segurança.

Os meios de direção automática foram realizando a viragem do foguete segundo a lei prevista, de tempos em tempos. Tais viragens executam-se por meio de sinais programados, transmitidos ao sistema de direção do foguete. Nesse sistema leva-se a efeito contìnuamente a medição da posição angular do foguete e a comparação da direção efetiva do vôo com a direção prevista. No caso de desvios da direção do vôo em relação à direção prevista, transmitem-se sinais aos órgãos de direção.

Se a esse sistema fôr transmitido um sinal programado complementar, êle obrigará o foguete a mudar a direção de vôo de modo que esta passe a corresponder ao programa dado.

Entretanto, nenhum cálculo pode ter em conta todos os fatores que influem no vôo. No trecho inicial da trajetória, quando o foguete atravessa a camada densa da atmosfera e a sua velocidade é relativamente pequena, sôbre êle atuam correntes aéreas que tendem a desviá-lo da trajetória dada.

Ao lançar-se o foguete são inevitáveis certas imprecisões de sua instalação, alterações do empuxo do motor do foguete em relação à grandeza calculada, e muitas outras falhas casuais. Isso traz como conseqüência que a trajetória real do foguete se afaste da prevista. As correções da trajetória efetuam-se em vôo por meios de direção automática, que permitem medir contìnuamente os desvios do foguete em relação à trajetória calculada, através de métodos radiotécnicos e outros. Sempre que se manifesta um desvio da trajetória, chegam ao sistema de

direção sinais que promovem uma viragem complementar do foguete e o restituem à trajetória calculada.

Os lemes dos foguetes cósmicos

Com que meios pode-se modificar a direção de vôo do último estágio do foguete, quando êste pràticamente já saiu dos limites da atmosfera? Aqui, com efeito, não valem os lemes aéreos comuns empregados como «plumagem de cauda» para a estabilização do vôo dos foguetes nos limites da atmosfera. Só se pode dirigir o vôo de um aparelho cósmico por meio do motor a foguete.

O fundador da cosmonáutica, Tsiolcóvsqui, propunha já um procedimento simples de direção do foguete. Raciocinava assim:

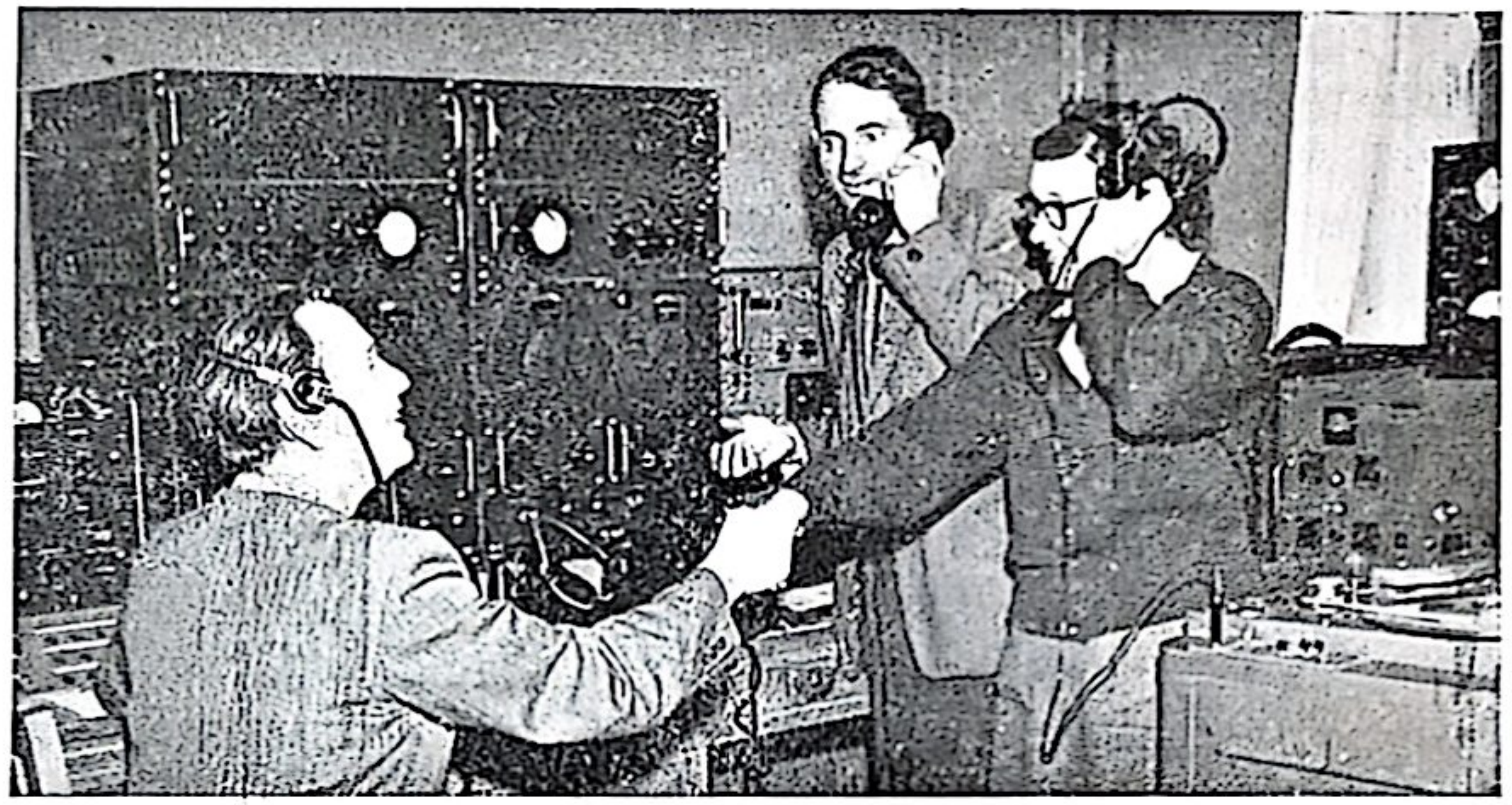
Os lemes aéreos não funcionarão no Cosmos, porque aí não existe ar. Mas acontece que há gases que saem a grande velocidade do tubo de escapamento do motor a foguete. Isso quer dizer que é necessário colocar os lemes nesse tubo, no caminho dos gases expelidos. Deve-se denominá-los não já de lemes aéreos, mas de lemes a gás. Para êles é necessário um material muito refratário, pois a temperatura, na câmara de combustão do motor a reação a líquido, chega a três mil graus.

Os lemes a gás não constituem a única maneira de dirigir o foguete cósmico. Para mudar a direção do seu vôo é necessário mudar por um meio qualquer a orientação do foguete, girá-lo em tôrno do seu centro de gravidade até à direção desejada. E então o empuxo do motor desviará o foguete para o lado necessário. Quer dizer, a tarefa de direção do foguete reduz-se à sua viragem em tôrno do centro de gravidade. Essa viragem pode realizar-se ainda de outras maneiras, além de com os lemes a gás.

Se se começa a fazer girar no foguete um volante pesado, — por meio, por exemplo, de um motor elétrico —, o corpo do foguete começará a rodar em sentido inverso ao da rotação do volante. Mudando a posição do eixo do volante, pode-se desviar o foguete para o lado necessário. Na prática êsse processo é utilizado raramente para a direção dos foguetes modernos. Mas o volante-giroscópio é empregado amplamente para a estabilização da posição dos foguetes, para evitar sua rotação desordenada em tôrno do centro de gravidade.

Para fazer girar o foguete em tôrno do centro de gravidade é necessário um esfôrço relativamente pequeno. Às vêzes empregam-se, com êsse fim, motores a foguete minúsculos, dispostos em volta do tubo de escapamento do motor principal.

Detenhamo-nos em outro processo de direção dos foguetes, empregado em larga escala atualmente.



Num dos postos de rádio-contrôle do Ministério das Comunicações da URSS especialmente destinados à observação dos sinais dos rádiotransmissores do segundo foguete cósmico. A foto foi tirada às 00 horas 3 minutos do dia 14 de setembro, imediatamente após, portanto, a alunagem do foguete.

Consiste em mudar a direção do vôo desviando o tubo de escapamento para o lado oposto ao da direção desejada. A fôrça de empuxo, assim, já não passa pelo centro de gravidade do foguete. Surge um momento de rotação, que gira o foguete para o lado necessário. Dado o grande empuxo do motor, o ângulo exigido de rotação dêste em relação ao foguete não é grande. Em seguida o tubo de escapamento é restituído à sua posição anterior. O empuxo do motor volta a passar exatamente através do centro de gravidade do foguete e move-o em linha reta para a frente segundo a nova direção.

A direção do foguete cósmico é extraordinàriamente complicada devido à grande magnitude de sua massa, à enorme velocidade e à elevada precisão que é necessário assegurar.

O fato de que êstes problemas foram resolvidos com êxito no lançamento do foguete soviético à Lua diz do elevadíssimo nível de desenvolvimento da teoria e da técnica de direção automática dos foguetes, na União Soviética.

Trajetória do vôo

O primeiro vôo, na história da humanidade, da Terra a outro corpo celeste, foi realizado por meio de um poderoso foguete multiestágio. A trajetória do seu movimento constou de dois setores, — o setor de projeção, sob o empuxo dos motores, e o setor de vôo, com o motor desligado. No primeiro setor, chamado ativo, o vôo do foguete foi controlado pelo sistema de direção automático. Depois da partida a prumo, o sistema de direção foi desviando da vertical, segundo um regime determinado, a orientação do eixo do foguete, de modo que ao fim da projeção a direção da velocidade fizesse com o horizonte local o ângulo prèviamente calculado. Quando o último estágio do foguete alcançou a velocidade prevista, o sistema de direção desligou automàticamente o motor e transmitiu a ordem de separação da cápsula do aparelhamento científico. A essa ordem a cápsula foi ejetada do foguete, a uma pequena velocidade perfeitamente determinada, e o seu vôo posterior até o encontro com a Lua foi não-dirigido e subordinou-se às leis da mecânica celeste. A êsse setor do vôo pode chamar-se de passivo.

A forma da trajetória do vôo à Lua é determinada, em grande parte de sua extensão, pela atração da Terra, pois a influência da atração lunar só começa a manifestar-se a distâncias relativamente pequenas dela. A uma velocidade inicial igual à segunda velocidade cósmica, a trajetória do foguete, quanto à forma, aproxima-se de uma parábola; a uma velocidade maior, de uma hipérbole; a uma menor, de uma elipse. O comprimento da trajetória é determinado pela distância da Terra à Lua. Uma vez que esta descreve em tôrno da Terra uma órbita quase circular, a distância entre os centros da Terra e da Lua varia relativamente pouco: de 356 400 quilômetros, no perigeu da órbita, a 406 670 quilômetros, no apogeu. A inclinação da órbita lunar em relação ao plano do equador terrestre é muito estável e não é grande: nos anos 1958-1961 é de aproximadamente 18 graus. Por isso a declinação da Lua, isto é, o ângulo entre o plano do equador e a direção do centro da Terra ao centro da Lua, varia de menos 18 graus até mais 18 graus e inversamente, durante uma translação completa da Lua (27,3 dias).

Escolha da hora de partida

O lançamento do foguete à Lua foi precedido de investigações teóricas e de cálculos técnicos que permitiram determinar os parâmetros da trajetória e a hora de lançamento que asseguravam o cumprimento da tarefa de atingir a Lua nas condições mais favoráveis. Analisemos um pouco mais pormenorizadamente essa questão.

O lançamento de um foguete para atingir a Lua é possível, em princípio, qualquer dia, isto é, em qualquer posição da Lua em seu movimento orbital. Entretanto, a proximidade da Lua em relação ao plano do Equador cria dificuldades consideráveis quando se trata do lançamento do foguete a partir das latitudes relativamente elevadas em que se acha

situado o território da União Soviética. Os cálculos mostram que, no caso do lançamento de um foguete de pontos da superfície da Terra situados nas latitudes do território da União Soviética, é vantajoso, do ponto de vista energético, executar o lançamento quando a Lua se acha perto do ponto de declinação mínima de sua órbita, isto é, quando a declinação da Lua se aproxima de menos 18 graus. Nesse caso, o foguete se moverá, no setor de projeção, com o menor ângulo em relação à superfície da Terra e as perdas de velocidade devidas à atração da Terra serão mínimas, o que assegura a possibilidade de enviar à Lua o máximo de carga útil. Quando se efetua o lançamento em prazos posteriores ou anteriores àquele, o pêso da carga útil possível diminui. Entretanto, se o deslocamento da data é de alguns dias, essas perdas são relativamente pequenas e pode-se assim, em cada mês lunar, fixar um intervalo de tempo da duração aproximada de uma semana, durante o qual o vôo do foguete à Lua é conveniente. Se o afastamento em relação ao prazo ótimo é mais considerável, a grandeza da carga útil possível diminui bruscamente.

A hora do encontro

Dentro dos limites do intervalo indicado, a Lua, no momento do encontro com o foguete, deve achar-se acima do horizonte. No vôo do segundo foguete cósmico, a hora do encontro foi escolhida de maneira que a aproximação à Lua se produzisse no período em que, para os postos de observação, ela se encontrasse perto do ponto de culminação superior, isto é, a uma altura acima do horizonte próxima da máxima. Nesse caso as condições de radiocomunicação e, conseqüentemente, também as de observação do foguete são as mais favoráveis.

Escolha da rota

Como resultado dos cálculos, foi escolhida a grandeza mais vantajosa do ângulo de inclinação do plano da trajetória com o plano do equador terrestre, o que determinou, para o ponto de partida previsto, a direção da rota do vôo do foguete no setor inicial de seu movimento. Nas diferentes direções da rota, o ângulo de inclinação da velocidade do movimento do foguete no setor de projeção e a grandeza das perdas devidas à fôrça de atração da Terra são diferentes. A escolha da direção da rota foi feita partindo-se das condições de grandeza mínima das perdas e, conseguintemente, de aumento máximo da carga útil possível. Além disso, tiveram-se em conta também os problemas de comodidade de distribuição do conjunto de medição terrestre destinado ao contrôle do movimento e à recepção da informação telemétrica tanto no setor de projeção como no setor inicial do vôo livre, em seguida ao desligamento do motor do último estágio.

Duração do vôo

Segundo mostraram os cálculos, para o vôo à Lua a partir do território da URSS, ela, no momento da partida do foguete, deve encontrar-se abaixo do horizonte, perto do ponto de sua culminação inferior. Isso significa que o momento de partida deve distar aproximadamente meio dia do momento de culminação superior seguinte da Lua. Se se considera que, no momento do foguete atingir a Lua, esta deve achar-se no ponto de culminação superior, então se torna evidente que o vôo à Lua deve durar meio dia, ou dia e meio, ou dois dias e meio, etc.

Para o vôo do segundo foguete cósmico escolheu-se uma duração de aproximadamente dia e meio,

pois o vôo em apenas meio dia requer velocidades iniciais extraordinàriamente grandes e o vôo em dois dias e meio ou mais, desde que se trata de satisfazer as condições para a queda na Lua e de observação garantida desta no momento do impacto, prende-se à necessidade de satisfazer exigências consideràvelmente mais rígidas de exatidão quanto à efetivação dos parâmetros previstos do movimento no fim do setor de projeção.

Cálculo da velocidade

A escolha da duração do vôo determinou a grandeza da velocidade do foguete no fim do setor de projeção, velocidade que, como já ficou dito antes, foi algo superior à parabólica (11,2 km/seg).

O cálculo da trajetória do movimento do foguete, tanto no setor de projeção como no setor do movimento posterior ao desligamento do motor do último estágio, foi efetuado por meio de máquinas calculadoras eletrônicas ultra-rápidas.

«O problema dos três corpos»

Para obter a exatidão científica necessária no cálculo da trajetória do vôo à Lua foi preciso considerar não só a atração da Terra como também a ação perturbadora da Lua e do Sol e, além disso, as particularidades do campo de gravitação, condicionadas pelo achatamento da Terra. A Lua perturba a trajetória de queda principalmente no seu trecho final e não levar em conta a influência da Lua motivaria um êrro de determinação do ponto de queda, da ordem de várias centenas de quilômetros.

Desprezar a influência do achatamento da Terra acarretaria também um êrro da ordem de algumas

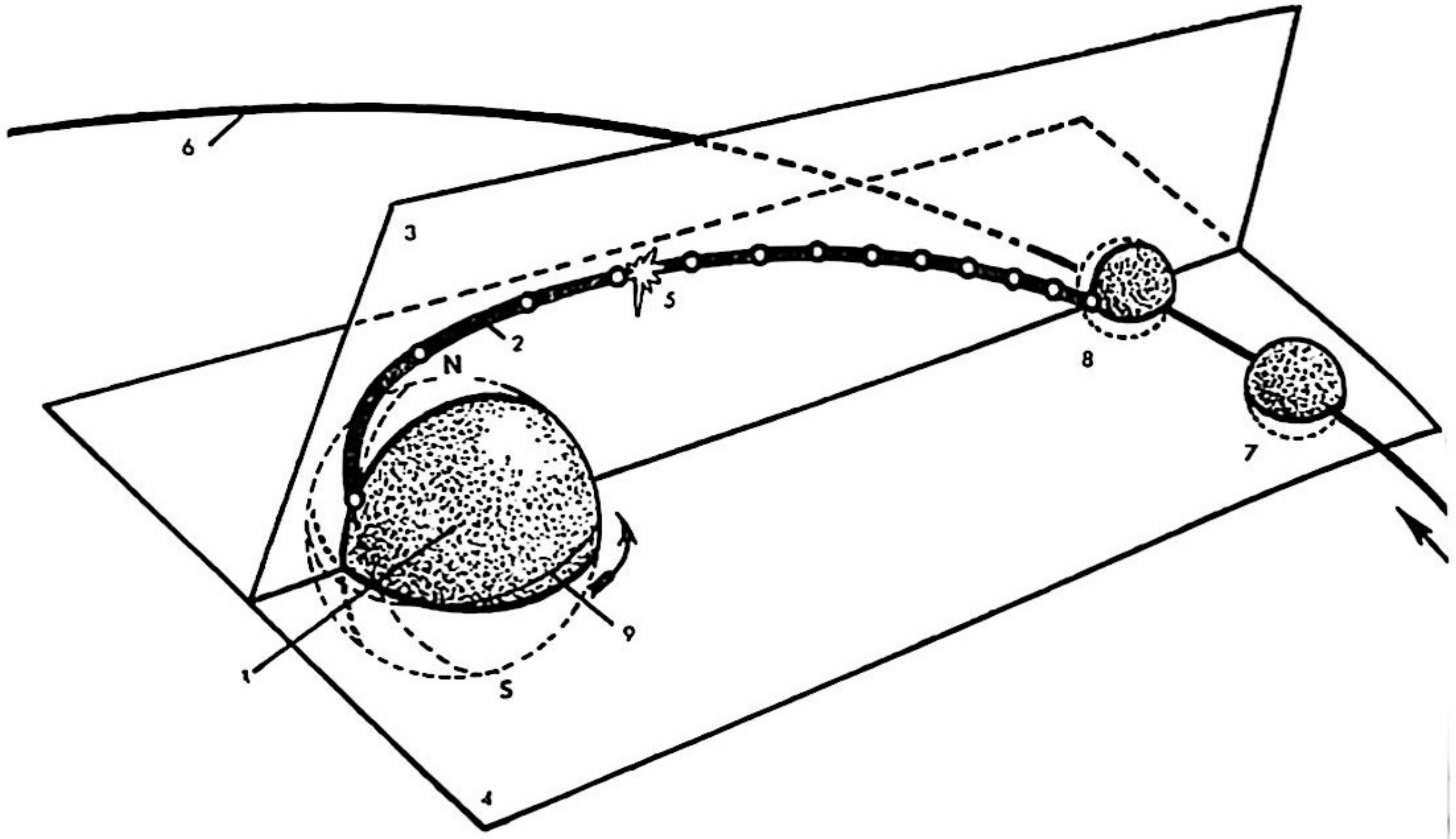
centenas de quilômetros. A ação perturbadora do Sol sôbre a trajetória de vôo mostra-se mais fraca: desvia o ponto de queda apenas de 100 a 150 quilômetros. As perturbações provocadas pelos planêtas, inclusive pelos mais próximos, contam-se por dezenas de metros e pràticamente carecem de importância.

Direção do vôo

Para obter, no vôo do foguete, no fim do setor de projeção, parâmetros de movimento que coincidissem com suficiente exatidão com os seus valores calculados, instalou-se no foguete um sistema de direção que funcionou durante todo o percurso no setor de projeção, que durou vários minutos. O vôo posterior de dia e meio do foguete foi não-dirigido e transcorreu apenas sob a ação do campo de gravitação da Terra, da Lua e dos outros corpos celestes.

Exatidão do movimento

Para assegurar a queda do foguete na Lua, dada a ausência de qualquer correção do seu movimento no setor de vôo livre, as grandezas calculadas dos parâmetros do movimento no final do setor de projeção devem ser guardadas com grande precisão. Assim, por exemplo, um êrro de um metro por segundo na velocidade do foguete (quando êste vôa à velocidade de 11 200 metros por segundo!), isto é, um êrro de 0,01 % do valor da velocidade plena, conduz a um desvio de 250 km do ponto de encontro com a Lua. O desvio de um minuto angular do vetor-velocidade com relação à direção calculada provoca um deslocamento de 200 km do ponto de encontro. Também influi consideràvelmente na posição do ponto de encontro do foguete com a superfície da Lua a mudança das coordenadas do ponto de



Esquema da trajetória do vôo do foguete lunar: 1 Terra; 2 Trajetória do vôo do foguete; 3 Plano da trajetória; 4 Plano da órbita da Lua; 5 Cometa artificial; 6 Órbita da Lua; 7 Posição da Lua no momento do lançamento do foguete; 8 Posição da Lua no momento do encontro com o foguete; 9 Equador terrestre.

desligamento do motor. Todos os erros enumerados, assim como, ainda, a inexatidão na hora de partida do foguete, atuam em conjunto, determinando, em geral, um maior desvio do ponto de encontro com a Lua do que o produzido por cada fator separadamente.

Considerando-se que o raio da Lua é igual a 1 740 quilômetros, a queda garantida na Lua exigia que o êrro na velocidade fôsse não maior que alguns metros por segundo e que o desvio do vetor-velocidade não ultrapassasse um décimo de grau. Assegurar tal exatidão de direção do foguete é emprêsa muito complicada.

Convém assinalar que a realização do vôo à Lua a partir do território da URSS apresenta exigências mais severas, quanto à precisão de funcionamento do sistema de direção, que o vôo a partir das regiões do globo terrestre situadas mais perto do Equador.

A necessidade de respeitar exatamente a hora calculada de partida prende-se ao fato de que o plano da trajetória do foguete gira juntamente com a Terra durante a rotação diária desta em tôrno do próprio eixo. Um desvio de 10 segundos na hora da partida provoca um deslocamento de 200 km do ponto de encontro na superfície da Lua. A partida do foguete no momento previsto, com uma exatidão de alguns segundos, apresenta sérias exigências à organização e preparação do lançamento, assim como ao sistema automático de lançamento. A partida do segundo foguete cósmico soviético realizou-se com um desvio de aproximadamente um segundo em relação à hora prevista. A realização do lançamento com tal precisão testemunha a perfeição do sistema de partida e a elevada segurança da automática de lançamento.

O vôo da cápsula

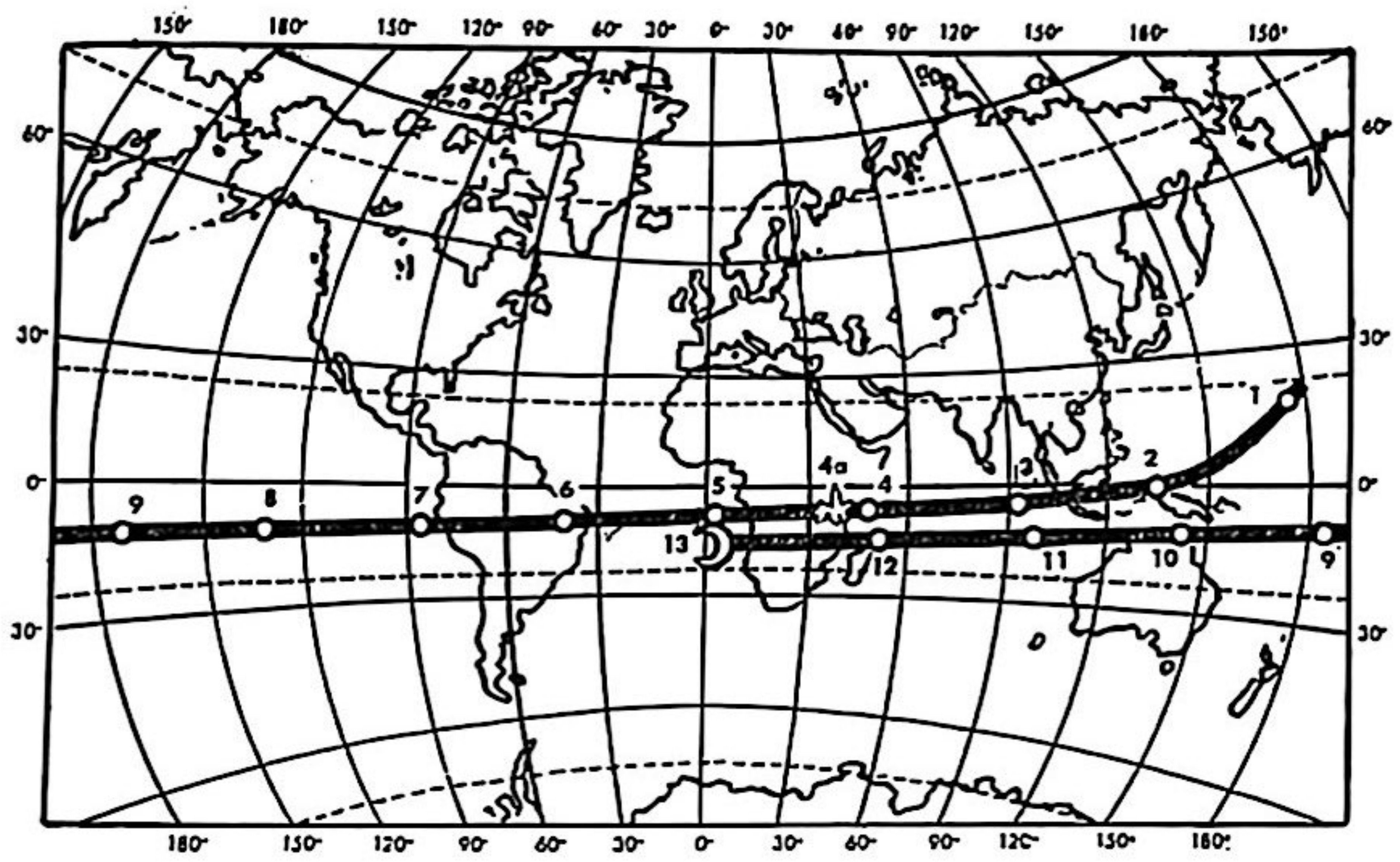
Graças ao lançamento feito em tais condições, o foguete foi pôsto numa trajetória quase coincidente com a calculada. Detenhamo-nos mais minuciosamente a respeito do vôo da cápsula depois de sua ejeção. Sua trajetória foi muito aproximada da do foguete. A princípio, sua velocidade era de mais de 10 quilômetros por segundo. À medida que foi afastando-se da Terra, o seu movimento foi paulatinamente retardando-se, dada a ação da gravidade terrestre. A diminuição da velocidade foi de início acentuada, mas em seguida foi tornando-se cada vez mais fraca. Ao mesmo tempo a direção do

vôo ia aproximando-se progressivamente da reta que unia o centro da Terra à cápsula.

Quando faltavam menos de 66 000 quilômetros para a chegada à Lua, o movimento da cápsula começou a ser determinado em maior grau pela influência da Lua do que pela atração da Terra. Sua velocidade em relação à Terra atingiu o valor mínimo, — aproximadamente dois quilômetros por segundo —, e, em seguida, começou a aumentar sob a ação da atração lunar. A cápsula começou a cair na Lua e, no momento da colisão, a sua velocidade em relação à superficie lunar era de cêrca de 3,3 quilômetros por segundo.

No mapa da Terra (pág. 47), está representado o traço da cápsula, ou, falando de outra maneira, o caminho percorrido por sua projeção sôbre a superfície da Terra. No início do setor passivo, a velocidade de giro da direção constituída pela reta ideal entre o centro da Terra e a cápsula era muito maior que a velocidade de rotação do globo terrestre. Em seguida aquela velocidade foi diminuindo ràpidamente e algumas horas depois do momento da partida tornou-se menor que a velocidade de rotação da Terra. Em conseqüência disso, o traço da cápsula começou a voltar-se para o ocidente e grande parte do tempo de vôo transcorreu quase exatamente em direção oeste.

O movimento da cápsula em relação às estrêlas, visto sôbre a esfera celeste, foi quase que em linha reta, pois a trajetória de vôo aproximava-se de uma hipérbole, que é uma curva plana. Êsse movimento realizava-se de maneira muito irregular. Na primeira hora de vôo a cápsula fêz mais da metade do caminho (aparente — N. do T.) em meio a constelações, ao passo que na segunda metade do tempo de vôo foi percorrido menos de um décimo de seu caminho (aparente — N. do T.) em meio a estrêlas.



Esquema da trajetória aparente do segundo foguete cósmico soviético (mostrando as posições sucessivas da projeção vertical do foguete sôbre a superfície da Terra): 1 Às 12 horas de 12 de setembro de 1959; 2 Às 15 horas (78 500 km da Terra); 3 Às 18 horas (112 000 km); 4 Às 21 horas (142 400 km); 4a Formação do cometa artifical; 5 Às 0 horas do dia 13 de setembro (171 000 km); 6 Às 3 horas (198 000 km); 7 Às 6 horas (224 000 km); 8 Às 9 horas (250 000 km); 9 Às 12 horas (274 000 km); 10 Às 15 horas (298 000 km); 11 Às 18 horas (322 000 km); 12 Às 21 horas (346 000 km); 13 Às 0 horas 2 minutos 24 segundos do dia 14 de setembro (371 000 km): ponto de encontro do foguete com a Lua.

Essa irregularidade aparente do movimento explica-se pela retilinização de sua trajetória à medida que se processava o afastamento em relação à Terra.

De vez que a Lua gira em tôrno da Terra em sentido contrário ao do movimento dos ponteiros de relógio, parecia (olhando-se do hemisfério norte da Terra) que a Lua avançava à direita sôbre a cápsula quase imóvel.

Como imediatamente depois da partida o movimento aparente do foguete e da cápsula em relação às estrêlas retardou-se fortemente, ambos começaram a nascer e a pôr-se, no horizonte de qualquer ponto da Terra, juntamente com as estrêlas. De acôrdo com o aspeto do traço sôbre a superfície da Terra, o foguete e a cápsula ascenderam duas vêzes sôbre os países do hemisfério oriental e uma vez sôbre os países do hemisfério ocidental. Quando sua altura acima do horizonte da maior parte dos postos de medição da URSS aproximou-se da máxima, o foguete lançou o cometa artificial, — uma nuvem de sódio. Quando, no dia seguinte, ocupavam aproximadamente essa mesma posição sôbre o território da URSS, deu-se o encontro com a superfície da Lua.

O sistema de medição

No problema do vôo do foguete cósmico eram de grande importância as questões relativas à criação de um serviço de medição e de cálculo, de um conjunto complexo destinado à determinação operativa das características do movimento do foguete cósmico.

A exigência específica que determina essencialmente a complexidade de todo o sistema de medição é a da obtenção, com o máximo de rapidez, dos dados relativos às características do movimento do foguete. Êsses dados são necessários para o cômputo de indicações úteis aos serviços de observação e de medição no que toca ao cálculo do prognóstico sôbre o movimento do foguete e sôbre o ponto de seu encontro com a superfície da Lua.

Como se viu pelos dados anteriormente aduzidos, que caracterizam a influência dos erros nos parâmetros do movimento sôbre a posição do ponto de encontro, a determinação dêsses parâmetros através dos dados das medições deve efetuar-se com precisão

extremamente elevada, correspondente à dos cálculos astronômicos.

Os métodos usuais de determinação das características do movimento dos corpos cósmicos, elaborados pela prática astronômica de longos anos, não podem ser utilizados para o fim indicado. De fato, a base da astronomia de observação e as medições óticas são inservíveis, dada a pequena dimensão do foguete como alvo de observação, a pouca exatidão das medições angulares no limitado tempo de observação e, por último, devido à pequena garantia da realização dessas medições, dependentes no essencial das condições de visibilidade e do estado da atmosfera terrestre. Daí que o serviço de medição dos foguetes cósmicos se baseie nos meios radiotécnicos de medição. Através dêles fazem-se medições de distâncias inclinadas, de ângulos e de velocidades radiais.

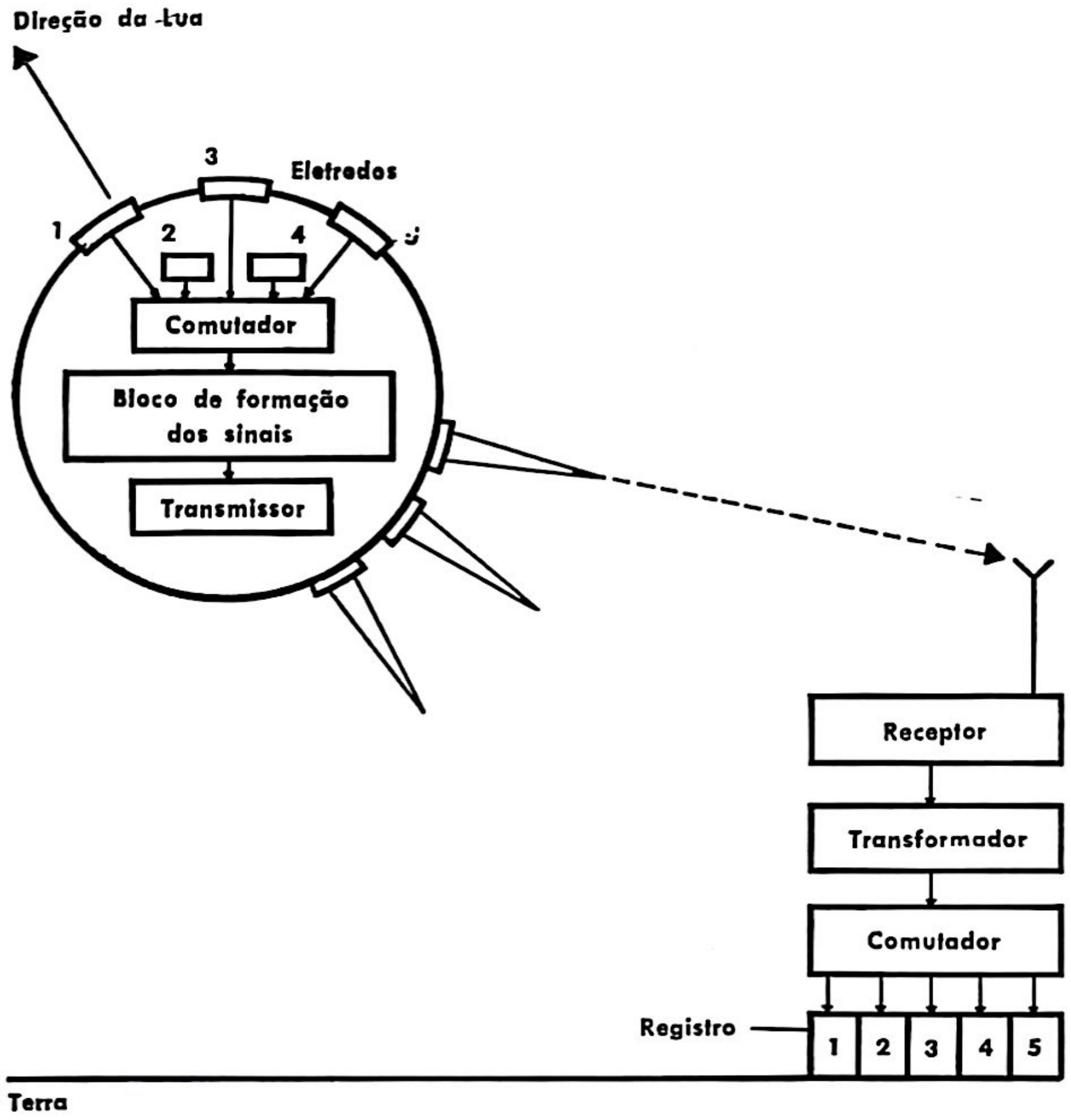
Essas particularidades e exigências na determinação dos parâmetros do movimento do foguete cósmico são tôdas levadas em conta ao máximo no conjunto de medição automático. Êle permite medir, a cada momento, com elevada precisão, a distância inclinada da Terra ao foguete e dois ângulos relativos a êste: o azimute e o ângulo de lugar. Os dados das medições obtidos no pôsto de medição transformam-se num código duplo, passam por uma elaboração preliminar e são entrosados ao tempo astronômico. Tôdas as operações indicadas efetuam-se por meio de máquinas especiais de informação a cifras. Essas mesmas máquinas de informação asseguram a entrega automática dos dados medidos ao centro calculador, através de linhas de comunicação, e isso tanto contìnuamente, em seguida à execução das medições, como também periòdicamente, se fôr necessário, depois de acumulá-las em aparelhos memorizadores. No centro calculador, a informa-

ção que vai chegando é, por meio de instalações eletrônicas especiais, automàticamente descodificada e em seguida perfurada em cartões que entram em máquinas calculadoras eletrônicas. De acôrdo com os dados das medições chegados dos diferentes postos de medição, as máquinas de calcular realizam o cálculo das condições iniciais do movimento do foguete, de indicações úteis para os postos de medição e de observação soviéticos e estrangeiros, e das coordenadas do ponto de encontro do foguete com a Lua.

Com o objetivo de obter os mais completos dados sôbre o movimento do foguete cósmico em todo o seu setor de vôo até à Lua, realizaram-se medições ininterruptas da distância ao foguete, da velocidade radial do seu movimento (da velocidade de afastamento em relação ao pôsto de medição) e das coordenadas angulares: do ângulo de lugar e do azimute. As medições foram feitas na freqüência de 183,6 megaciclos.

Os dados das observações científicas levadas a efeito a bordo do foguete cósmico e as informações sôbre as condições de funcionamento do aparelhamento de medição e radiotécnico (temperatura e pressão) foram transmitidos às estações telemétricas terrestres e por estas registrados. A transmissão dos dados científicos foi realizada por meio dos radiotransmissores que trabalhavam nas freqüências de 183,6, de 39,986 e de 19,993 megaciclos. Todos os meios radiotécnicos enumerados estavam instalados na cápsula.

A radiobservação do vôo do último estágio do foguete foi efetuada através do radiotransmissor que trabalhava nas freqüências de 19,997 e 20,003 megaciclos. Por essa mesma via foi transmitida a informação científica complementar sôbre a intensidade da irradiação cósmica, informação colhida por



Esquema do sistema telemétrico do foguete cósmico.

um aparelho instalado não na cápsula, mas a bordo do último estágio do foguete.

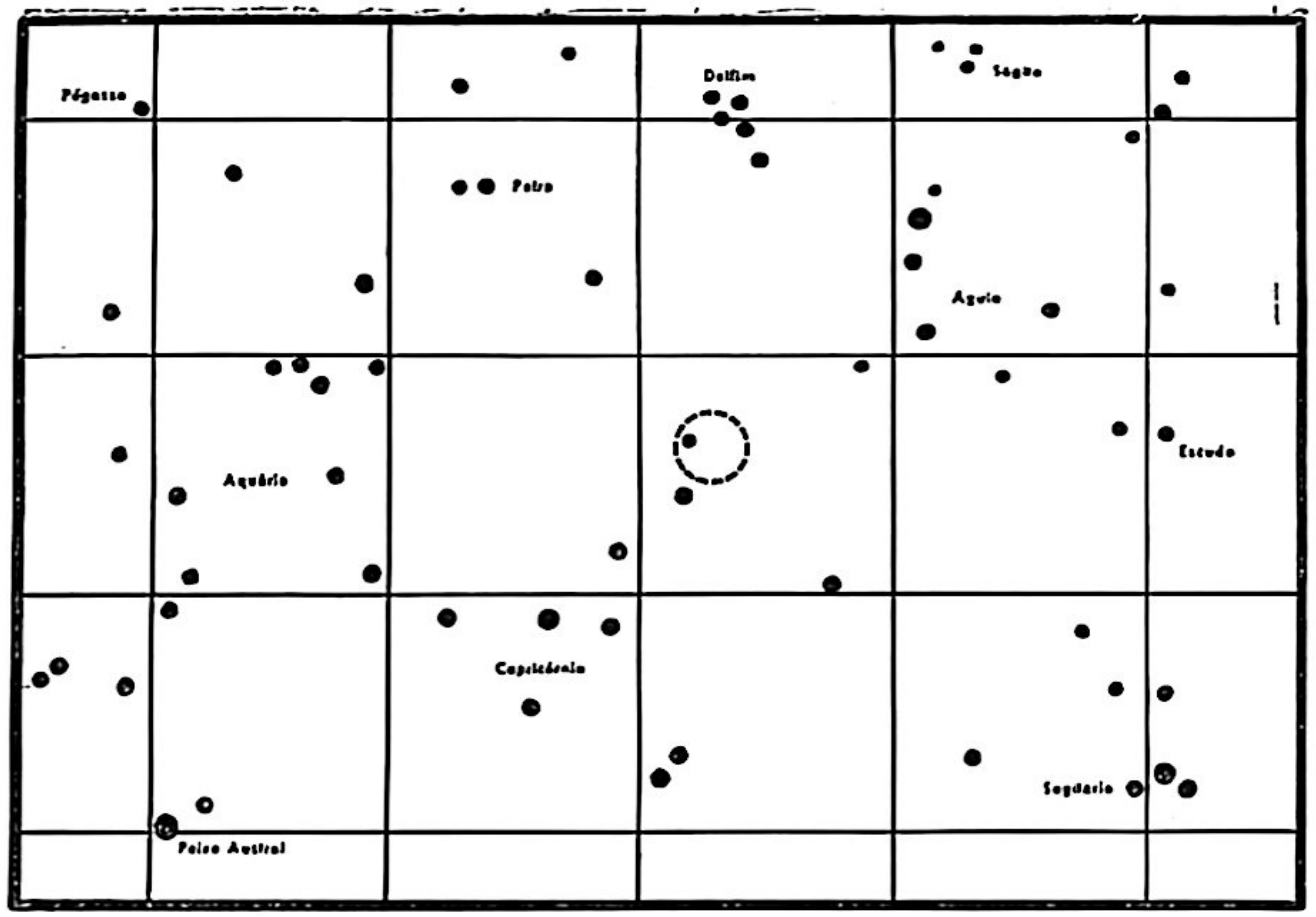
Um cometa criado pelo homem

Para determinar, durante o vôo do foguete cósmico, as coordenadas dêste, a uma distância de muitas dezenas de milhares de quilômetros, utilizou-se, além dos meios radiotécnicos, um cometa artificial. Por que isso?

Da mesma forma que os satélites artificiais da Terra, o foguete cósmico reflete a luz solar. Entretanto o seu brilho é dez mil vêzes menor, porque sua distância à Terra é muito maior. Se o terceiro satélite artificial soviético parece uma estrêla de quinta grandeza, já o segundo foguete cósmico soviético se assemelha a uma de décima-sétima grandeza. Fotografar um objeto móvel de décima-sétima grandeza é muito difícil.

Para realizar com êxito observações óticas era necessário aumentar artificialmente o brilho do foguete, mesmo que por um tempo curto. O processo mais eficaz de solução dêsse problema foi proposto pelos astrofísicos soviéticos. Foi denominado «método do cometa artificial». Sabe-se que a luminescência dos cometas se explica pelo fenômeno da difusão ressonante. Êle consiste em que as moléculas e os átomos difundem intensamente a luz de determinados comprimentos de onda que incide sôbre êles.

Os astrofísicos consideravam que, se se utilizassem como substância difusora vapores de sódio, com alguns quilogramas dêste se poderia formar uma núvem cujo brilho, a uma distância de várias centenas de milhares de quilômetros, superaria em alguns milhares de vêzes o brilho do foguete cósmico. Soltando-se os vapores de sódio de bordo do foguete, êles formariam em tôrno dêle uma nuvem que poderia ser fàcilmente observada, não sendo difícil determinar as suas coordenadas.

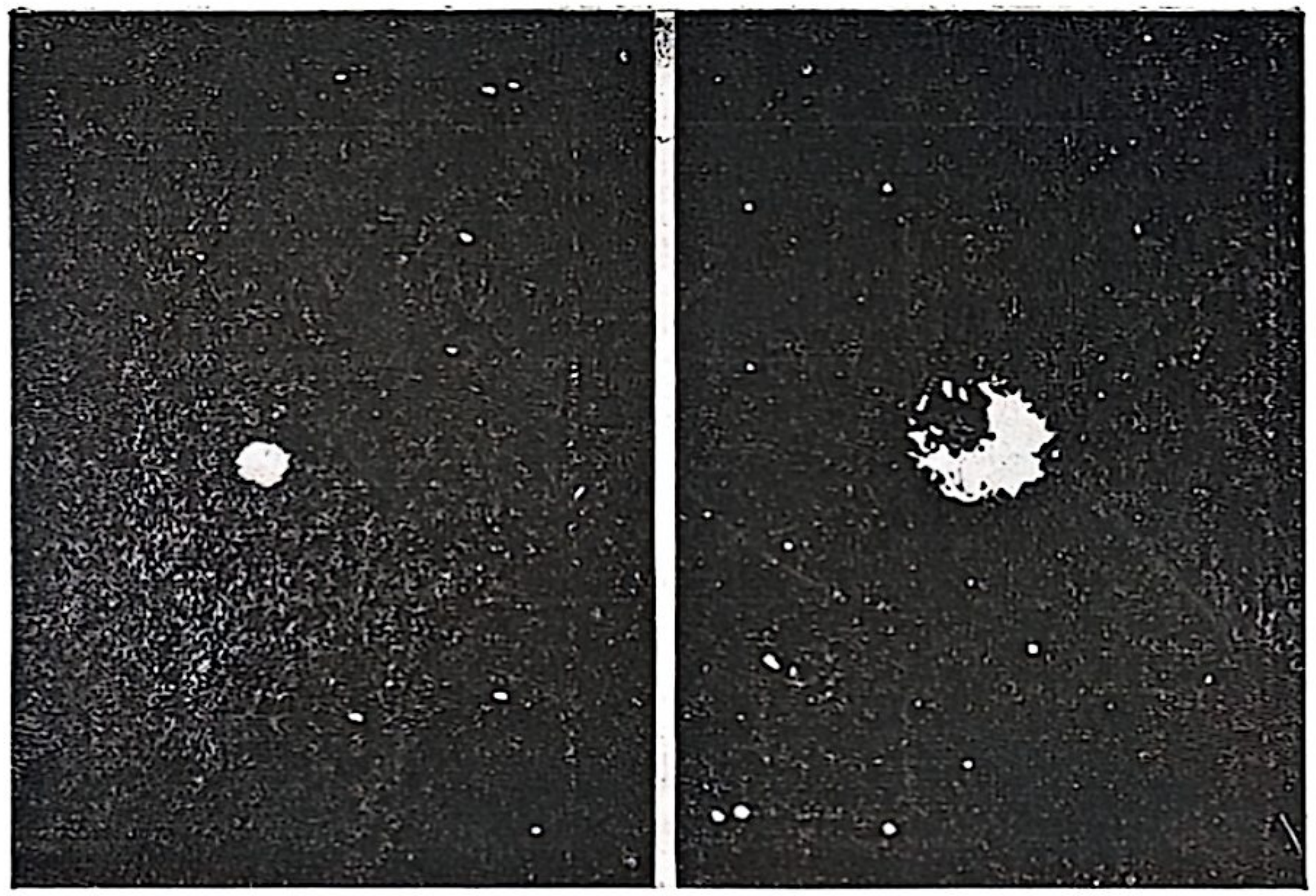


Mapa celeste parcial. O círculo indica o lugar em que o segundo foguete cósmico soviético lançou a nuvem de sódio.

A realização prática dessa idéia exigiu o cumprimento de todo um programa de trabalhos experimentais. Não se resolve com facilidade o problema da evaporação do sódio no espaço cósmico sem grandes perdas. Para a solução dêsse problema foi construído um vaporizador especial, em que o sódio misturado com termite foi incendiado, no momento devido, por um dispositivo programado eletrônico.

Métodos de observação

Para a observação da nuvem de sódio, — do cometa artificial —, preparou-se um conjunto de aparelhos óticos. Êsse aparelhamento foi fabricado pela



O foguete soviético que atingiu a Lua levava aparelhos especiais para formar, em determinado momento, uma nuvem de sódio, ou seja, um cometa artificial. Nas fotografias, tiradas pelo pessoal do Instituto de Astrofísica da Academia de Ciências da República do Casaquistão, vê-se, à esquerda, a fase inicial de formação do cometa artificial de sódio; à direita, o cometa; e, na página seguinte, fase final da vida do cometa.

indústria em prazos muito curtos. O conjunto referido consta, de um lado, de câmaras fotográficas duplas destinadas a fotografar a nuvem de sódio e, de outro, de telescópios eletrônicos que permitem observar visualmente a nuvem de sódio e, além disso, fotografá-la com exposições cêrca de cem vêzes mais rápidas que as das câmaras duplas. Nesses telescópios eletrônicos, a imagem luminosa, antes de atingir o ôlho do observador ou a chapa fotográfica, transforma-se em imagem eletrônica, que é reforçada e em seguida convertida novamente em luminosa.

O cometa artificial formou-se a bordo do segundo foguete cósmico soviético no dia 12 de setembro, às 21 horas 39 minutos 42 segundos. Surgiu como um ponto, cujo resplendor aumentou muito ràpidamente até ao máximo (quarta a quinta grandeza estelar). Em seguida o ponto começou a esgarçar-se, converteu-se numa mancha e depois num anel esgarçado. O diâmetro da nuvem, no último estádio, chegou a ser de 600 quilômetros. A velocidade de expansão foi de quase 1 km/seg.

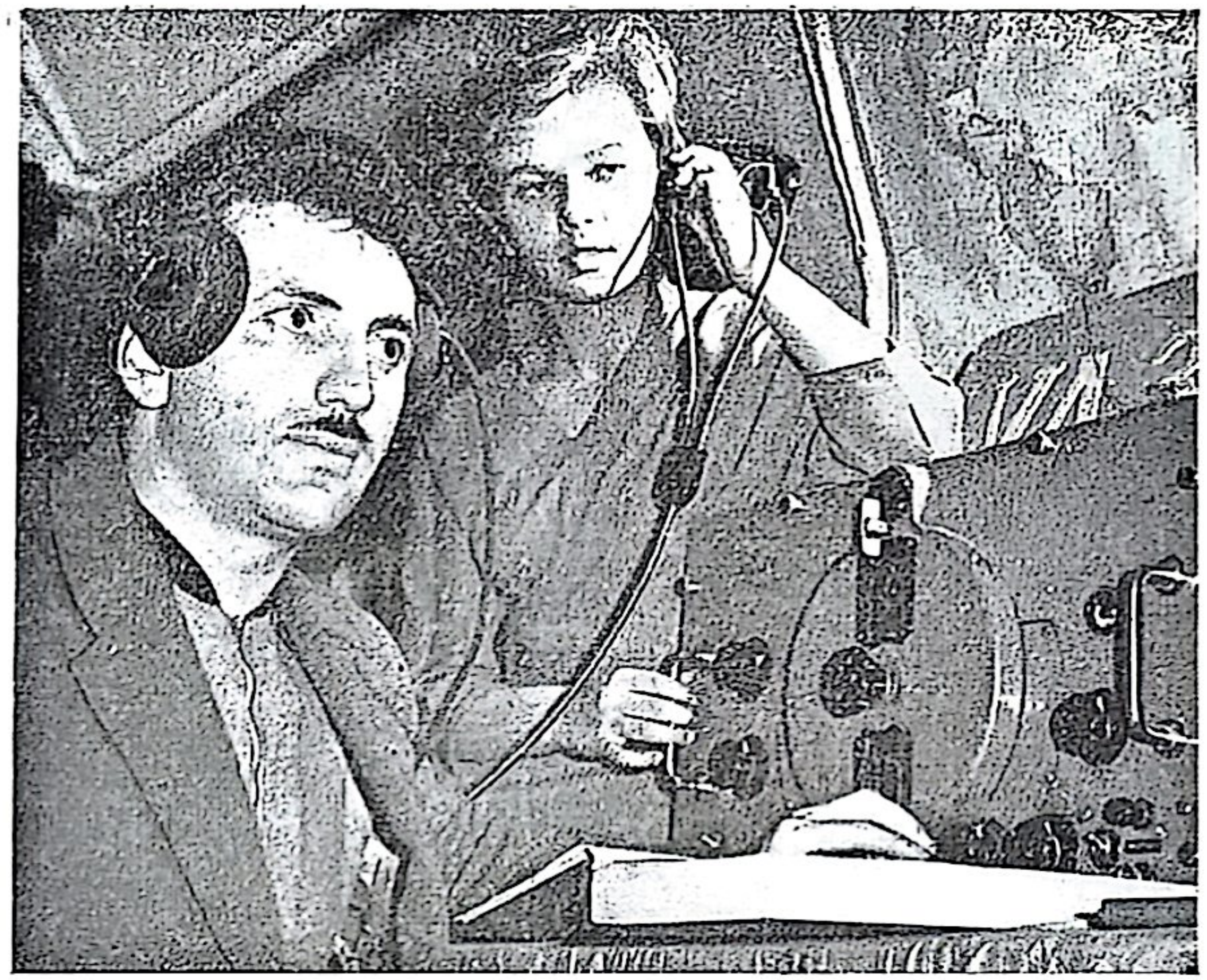
As observações fotográficas do cometa artificial, em combinação com os radiométodos, possibilitaram determinar com grande exatidão as coordenadas do foguete cósmico que o havia engendrado e precisar a trajetória de seu vôo subseqüente até à Lua.

O centro calculador

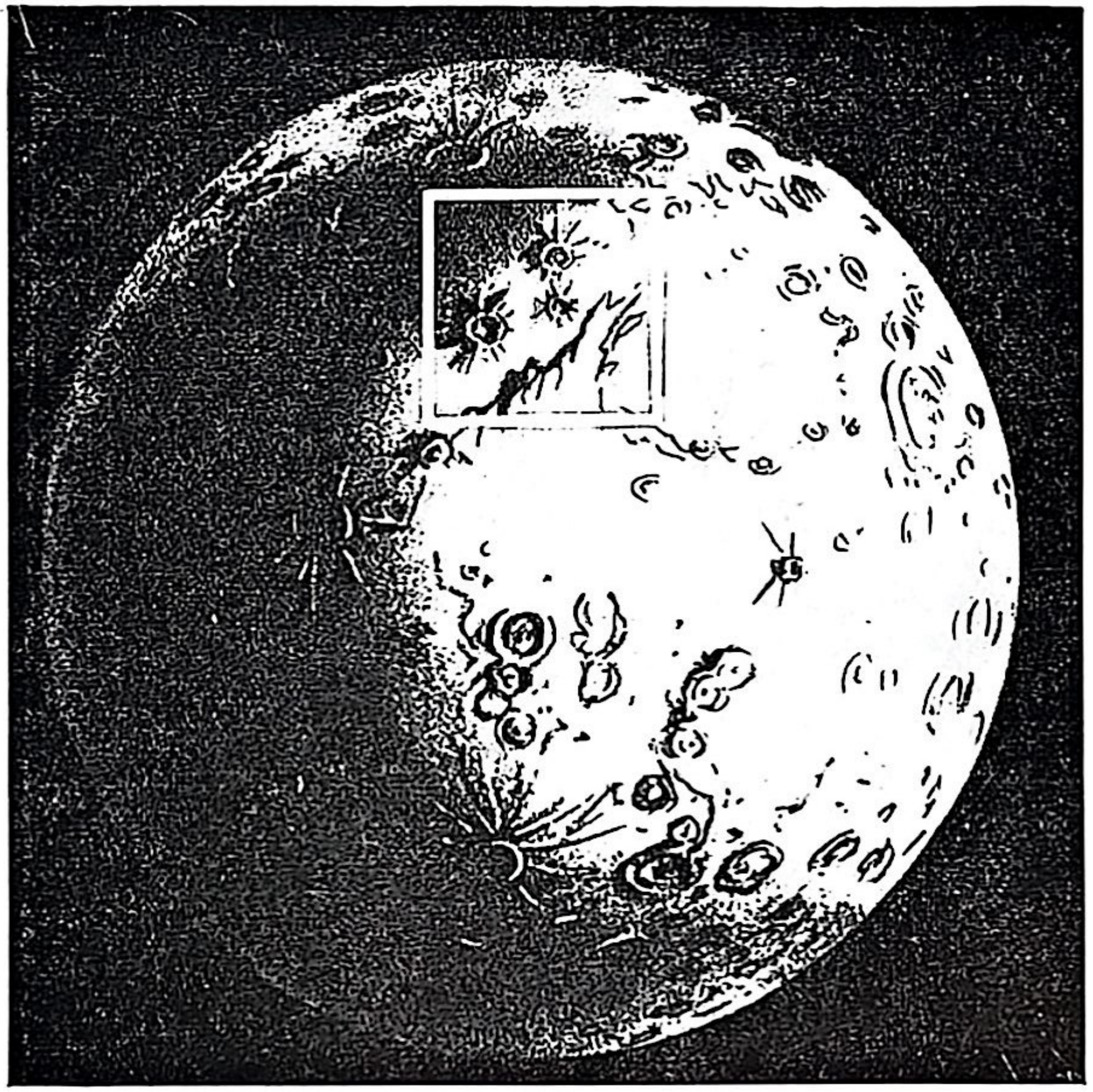
Assim, na observação do segundo foguete cósmico soviético participou um grande conjunto de meios radiotécnicos e óticos, distribuídos em postos de medição especiais situados em diferentes áreas do território da União Soviética. Todos os postos de medição estavam unidos por um sistema de comunicação especial, que assegurava a transmissão operativa dos dados das medições ao centro calculador, e a transmissão de indicações aos postos de medição.

Para coordenar o trabalho dos meios de medição segundo o tempo e para entrosar os resultados das medições num tempo único, utilizou-se o serviço de tempo único preparado com êsse fim.

A elaboração preliminar dos dados das medições que chegavam ao centro calculador, cada 20 a 30 minutos, de todos os postos de medição da União Soviética, através das linhas automáticas de comunicação, permitiu, durante a primeira hora de vôo do foguete cósmico, calcular a trajetória do seu movimento ulterior, comprovar que tinha sido lançado com exatidão suficiente para que caísse na Lua e calcular as indicações necessárias para as medições e observações ulteriores tanto das estações de medição soviéticas como estrangeiras. Por meio dêsses dados, determinou-se, muito antes da Lua ser atingida, que o ponto hipotético de impacto se encontrava na parte norte do disco visível da Lua.

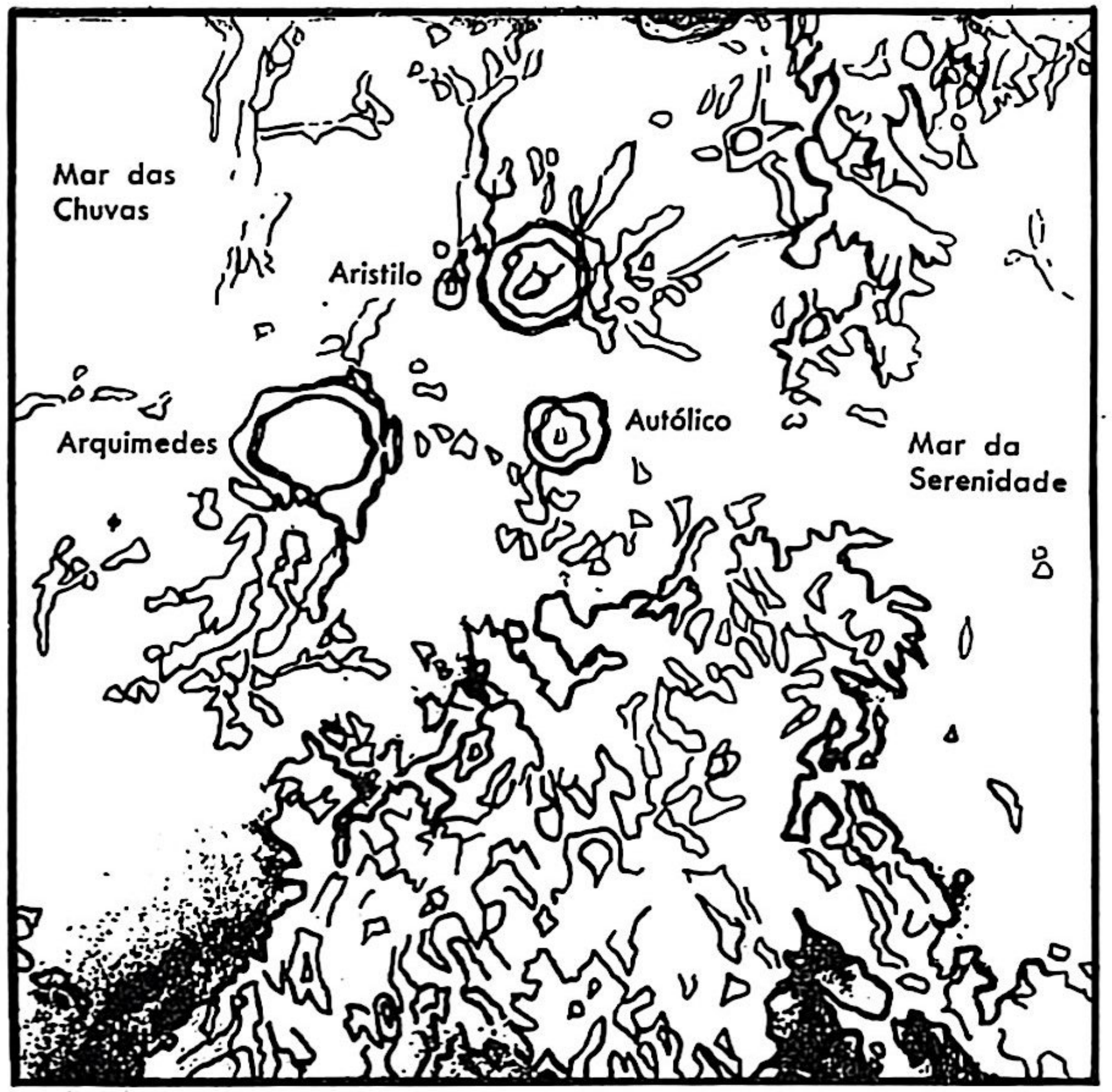


Como grande número de rádio-amadores em todo o mundo, Alexandre Baranov, chefe da estação coletiva de rádio UAZKAE, do Clube de Rádio de Moscou, e a rádio-operadora Liudmila Eremenco, assim que souberam do lançamento do segundo foguete cósmico soviético, sintonizaram o receptor nas freqüências de rádiotransmissão do foguete e passaram a ouvir os seus sinais.



Zona de queda na Lua do segundo foguete cósmico soviético.

O precisamento posterior na elaboração dêsses dados e a incorporação de abundante informação complementar sôbre as medições da distância ao foguete e da velocidade radial dêste permitiram determinar com precisão o lugar e a hora do encontro do foguete com a Lua. A trajetória real diferia muito pouco da calculada. A cápsula tombou na superfície da Lua a leste do mar da Serenidade, na



Ampliação da zona indicada na figura da página anterior.

zona das crateras Aristilo, Arquimedes e Autólico, a cêrca de 800 quilômetros do centro do disco visível da Lua.

Assim, pela primeira vez na história da humanidade, realizou-se um vôo cósmico da Terra a outro corpo celeste.

A realização do vôo da Terra à Lua foi possível graças ao elevado nível de desenvolvimento da ciência e da técnica na União Soviética. Foi fruto dos

esforços dos cientistas, projetistas, engenheiros, técnicos e operários soviéticos, fruto do trabalho entusiástico dos grandes coletivos que participaram na criação e no lançamento do segundo foguete cósmico soviético.

O que nos contou o segundo foguete cósmico

Dezenas de quilômetros... de dados científicos

Graças ao trabalho sério e minucioso de cientistas e engenheiros, o aparelhamento científico e telemétrico instalado na cápsula do último estágio do foguete funcionou normalmente. As indicações dos aparelhos foram transmitidas ininterruptamente à Terra, por meio de um sistema radiotelemétrico multicanal, e gravadas em fita especial. Em seguida realizou-se o deciframento preliminar dos materiais das telemedições. Para ter-se idéia do trabalho colossal que os cientistas soviéticos têm que enfrentar até à completa elaboração dos elementos de informação gravados na fita, basta dizer que o comprimento desta mede-se por dezenas de quilômetros. E cada centímetro requer um estudo minuciosíssimo. Entretanto, mesmo o deciframento preliminar dos resultados das medições proporcionou-nos dados novos, extraordinàriamente valiosos, sôbre a Lua e o espaço cósmico.

A «corôa» do globo terrestre

Não faz ainda muito tempo que a Terra, como planêta, era considerada pelos cientistas como uma espécie de esfera circundada por um envoltório ga-

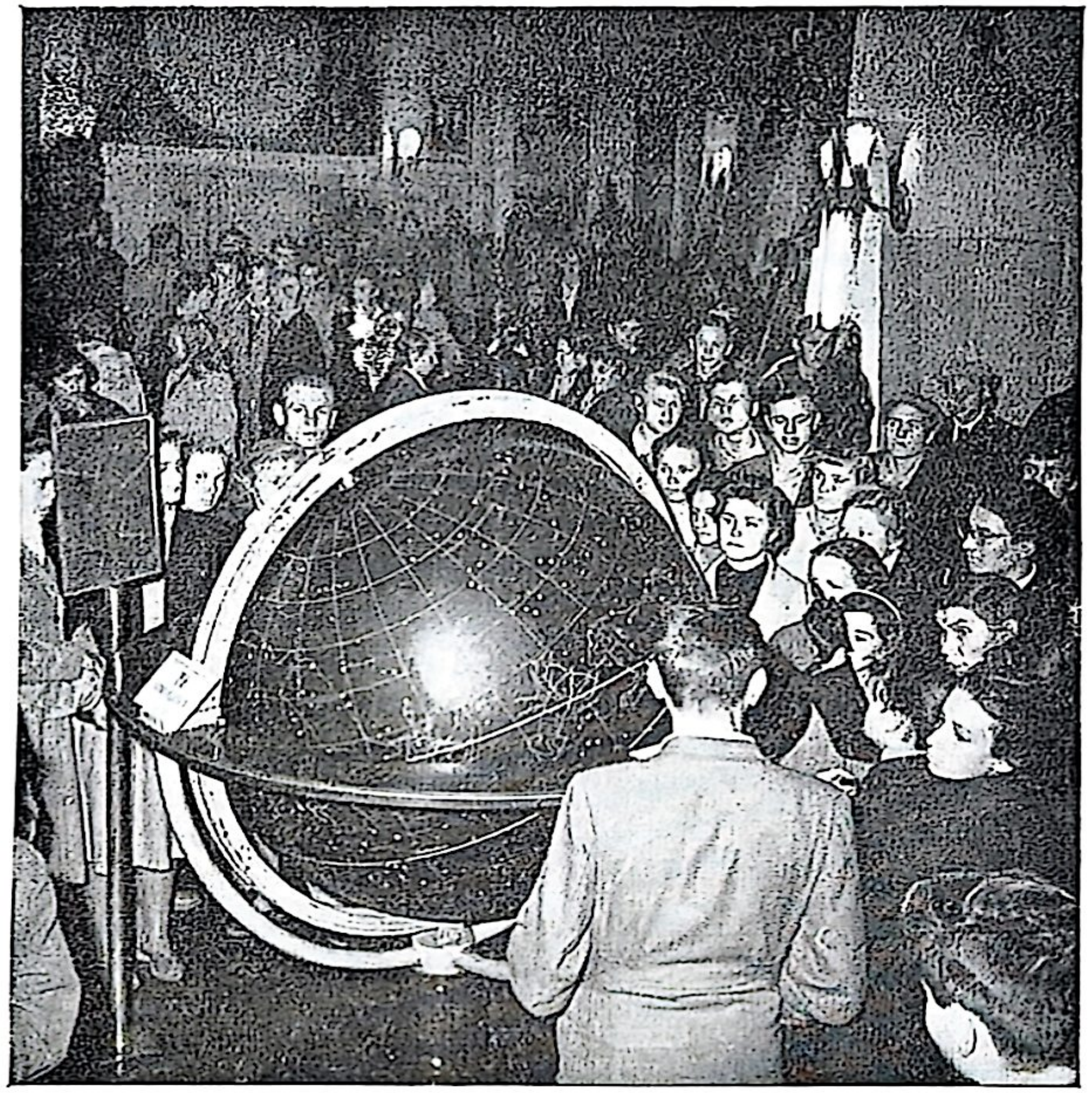
seiforme de algumas centenas de quilômetros de altitude. As investigações efetuadas por meio dos satélites e foguetes obrigaram a afastar consideràvelmente êsse limite. A verdade é que a atmosfera terrestre estende-se, como um gás fortemente rarefeito de propriedades extraordinàriamente mutáveis, até altitudes de 2 a 3 mil quilômetros. E descobriu-se,de modo completamente inesperado, que, além do envoltório gaseiforme, a Terra é ainda rodeada também por uma nuvem de partículas carregadas, que se estende até 40 e 50 mil quilômetros e mais. Por isso, do ponto de vista atual, a Terra, como planêta, lembra antes de mais nada uma enorme nuvem gaseiforme com um núcleo sólido interior relativamente pequeno.

O «alçapão» magnético

Atraídas em direção à Terra pelo campo magnético desta, as partículas carregadas não podem escapar para o espaço interplanetário e vagam longo tempo nesse original alçapão magnético, criando perto da Terra zonas de irradiação cósmica. É difícil julgar, valendo-se dos satélites artificiais, da disposição dessas zonas, da composição e concentração das partículas carregadas que nelas se encontram, — pois os satélites descrevem movimentos circulares. Para tanto são necessários vôos de foguetes que varem as zonas de irradiação.

As zonas de irradiação

Por meio de instrumentos instalados a bordo do primeiro foguete cósmico soviético, estabeleceu-se que existem em tôrno da Terra duas zonas de irradiação. Na zona interna movem-se partículas de grandes energias. São, provàvelmente, protons. Na zo-



No dia do lançamento do segundo foguete cósmico soviético, 12 de setembro de 1959, muitos moscovitas foram ao Planetário da capital soviética para informar-se de pormenores sôbre o vôo do foguete. A foto mostra um grupo de visitantes diante do globo celeste.

na externa, que se estende desde a superfície da Terra até uma distância igual a dezenas de raios desta, movem-se eletrons, portadores de energias consideràvelmente menores. Sôbre as regiões pola-

rés da Terra, nas quais as linhas de fôrça do campo magnético terrestre desaparecem, as partículas carregadas são retidas em escala muito menor.

A fonte de partículas carregadas para a zona interna é a desintegração dos neutrons, irradiados pela atmosfera terrestre ao ser atingida pelos raios cósmicos. Quanto às partículas da zona externa, têm, ao que parece, origem solar.

As investigações dos cientistas soviéticos levaram também ao descobrimento de outro fenômeno curioso. Acontece que, na nuvem de partículas carregadas que circundam a Terra, transitam correntes elétricas que modificam sensìvelmente o campo magnético terrestre. Êsse fenômeno foi descoberto por meio do magnetógrafo instalado no primeiro foguete cósmico soviético.

Pode-se prever que uma «coroa» de partículas semelhante circunde todo corpo celeste dotado de campo magnético. As propriedades do Cosmos modificam-se consideràvelmente nas proximidades dos planêtas, sendo que tal ocorre a distâncias dêles muitas vêzes maiores que as altitudes de suas atmosferas.

O estudo definitivo das gravações dos sinais dos instrumentos do segundo foguete cósmico proporcionará dados mais minuciosos sôbre a disposição das zonas de irradiação, assim como sôbre a composição e concentração das partículas carregadas que nelas se encontram. Através daquele estudo, os cientistas possìvelmente obterão também resposta para outra questão: de onde provêm as partículas carregadas que formam as zonas e qual é a sua fonte. Essas investigações ajudarão ainda a resolver corretamente o problema da defesa dos futuros astronautas contra a ação da irradiação cósmica, quando a nave cósmica passar através da «corôa» do globo terrestre.

Campos magnéticos terrestres

Sabe-se desde há bastante tempo que nossa Terra está rodeada por um campo magnético que se estende a distâncias enormes. Mas os cientistas carecem, até agora, de dados exatos sôbre a sua procedência. A opinião mais difundida é a de que o campo magnético da Terra surge devido a potentes correntes elétricas, que se formam no núcleo eletrocondutor líquido da Terra com a rotação desta em tôrno do próprio eixo. Se é efetivamente assim, então só podem ter campo magnético permanente os planêtas do sistema solar que possuam um núcleo líquido.

Para compreender-se melhor a natureza do magnetismo e comprovar a justeza das hipóteses sôbre as causas de seu surgimento, a bordo do foguete cósmico havia um magnetômetro destinado a medir a tensão do campo magnético entre a Terra e a Lua.

O estudo do campo magnético nas cercanias da Terra é uma das tarefas importantes da investigação do espaço cósmico.

Trata-se de que muitos fenômenos na Terra, — as tempestades magnéticas, a difusão das ondas de rádio —, dependem da estrutura que o campo magnético principal de nosso planêta apresenta a grandes distâncias da superfície dêste, assim como das fontes complementares do campo magnético que existam nessa região do espaço.

Sabe-se que a altitudes que vão de 100 até 500 quilômetros acima da superfície da Terra está situada uma camada de gás ionizado, — a ionosfera. A quantidade de partículas carregadas existentes nessa camada e a sua velocidade mudam constantemente, devido a diferentes causas físicas, e isso provoca modificações do campo magnético da Terra, — chamadas variações ou perturbações,

Durante as perturbações do campo magnético terrestre e as perturbações da ionosfera com elas relacionadas, as radiocomunicações, sobretudo nas latitudes elevadas, tornam-se às vêzes muito difíceis, devido à absorção das ondas de rádio por aquela camada. Eis por que é importante conhecer as causas das perturbações ionosféricas e geomagnéticas. Isso permitiria prever as condições de comunicação pelo rádio.

Que é que provoca as perturbações da ionosfera e do campo magnético da Terra

É sabido que o Sol ejeta constantemente grandes massas de matéria em forma de partículas ou corpúsculos de cargas de sinais diferentes.

Os fluxos dêsses corpúsculos são irregulares, às vêzes formam feixes bastante estreitos. A Terra entra freqüentemente nesses fluxos, e as partículas começam a mover-se em tôrno das linhas de fôrca do seu campo magnético, irrompendo na ionosfera. Em conseqüência, aumenta a absorção das ondas de rádio, acendem-se auroras boreais, surgem perturbações magnéticas.

Se a Terra não tivesse campo magnético, as partículas carregadas que vêm do Sol atravessariam mais ou menos uniformemente a ionosfera.

Essas partículas, entretanto, agem com muito mais intensidade nas zonas circumpolares da ionosfera da Terra do que nas equatoriais. Isso se deve à irregularidade de distribuição do campo magnético terrestre.

O campo magnético que circunda a Terra forma uma rêde invisível de linhas de fôrça, ao longo das quais as partículas carregadas procedentes do espaço cósmico se orientam. Por isso, qualquer modificação dessa rêde ou qualquer desvio das linhas do

campo magnético em relação à sua distribuição normal em tôrno do globo terrestre imantado não podem deixar de refletir-se na distribuição dos fluxos de partículas carregadas que incidem na ionosfera. Assim, o estudo direto da distribuição do campo magnético da Terra nas proximidades desta é extremamente importante para a explicação das alterações nos campos geomagnéticos principal e variável.

O magnetômetro que se encontrava no terceiro satélite soviético permitiu estabelecer, através de vários registros feitos sôbre a região da anomalia magnética da Sibéria Oriental, que a grandeza dessa anomalia diminui, com a altitude, muito mais lentamente do que se supunha. Os novos cálculos permitem pensar que as fontes do campo magnético anômalo da região da Sibéria Oriental se encontram no núcleo da Terra, a uma profundidade igual à metade do raio desta, e não na crosta terrestre, como antes se considerava.

O magnetômetro do primeiro foguete cósmico soviético, durante o movimento dêste em direção à Lua, assinalou novas particularidades estruturais muito interessantes do campo geomagnético. Acontece que, a uns 20 000 quilômetros de distância do centro da Terra, observa-se um desvio em relação à distribuição normal do campo magnético principal da Terra. Sòmente à distância de uns 40 000 quilômetros a tensão do campo magnético aproxima-se de novo do seu valor normal.

Ao que parece, existe acima da ionosfera uma camada de partículas carregadas elètricamente e móveis, cujo campo magnético modifica essencialmente, nessas altitudes, o campo magnético principal da Terra. A confirmação dessa observação excepcionalmente importante, pelo magnetômetro colocado no foguete cósmico lunar, teria significação fundamental do ponto de vista geofísico.

«Em únissono com a vida...». Os meninos soviéticos passam diretamente das páginas de Júlio Verne para a realidade dos dias presentes.

Além das partículas carregadas que vêm do Sol até nós, chegam continuamente, do espaço cósmico, partículas carregadas de grandes energias, denominadas raios cósmicos. Também elas, ao tombar no campo magnético da Terra, sofrem a influência dêste e distribuem-se irregularmente sôbre a super-

fície terrestre. À base do estudo das variações dos raios cósmicos podemos também julgar da distribuição do campo magnético em tôrno da Terra.

O campo magnético da Lua

Para melhor compreender o caráter do magnetismo terrestre, seria necessário esclarecer se o satélite natural de nosso planêta, — a Lua —, tem campo magnético.

A massa da Lua, como se sabe, é aproximadamente 80 vêzes menor que a da Terra. Se as condições físicas de surgimento dos campos magnéticos na Terra e na Lua são idênticas, o campo magnético lunar deve ser relativamente fraco. O primeiro foguete cósmico, que passou a uma distância de cêrca de 5 000 a 6 000 quilômetros da superfície da Lua, podia não registrar o campo magnético desta, porquanto sua tensão, àquela distância, seria bastante pequena. Entretanto, o magnetômetro do segundo foguete cósmico, mesmo nas proximidades imediatas da Lua, nela não descobriu campo magnético.

A ausência, na Lua, de um campo magnético próprio pode considerar-se ainda certa porque também não se descobriu, nas proximidades da superfície lunar, uma zona de irradiação. Sabe-se que a zona de irradiação existente próximo à Terra é formada de partículas carregadas que são mantidas perto dela pelo campo magnético terrestre. Conseqüentemente, se a Lua não possui campo magnético, tampouco deverá ter zona de irradiação.

A ausência de campo magnético da Lua significa que a estrutura desta difere radicalmente da estrutura da Terra. Segundo parece, o nosso satélite natural não tem núcleo líquido (no qual se desenvolveriam sistemas de correntes), que é o que de-

termina a existência do campo magnético principal da Terra. Além disso, deve supor-se que não têm suficiente imantação as rochas montanhosas das camadas superficiais da Lua.

A ausência de zona de irradiação junto à Lua mostra que os astronautas, depois de ultrapassar a zona de irradiação próxima à Terra, não têm por que temer, em sua rota para a Lua, o encontro de novas regiões de radiação cósmica de alta intensidade. Além disso, segundo mostraram as medições feitas por meio do primeiro foguete cósmico soviético, não é grande a intensidade da irradiação cósmica no próprio espaço interplanetário, quando o Sol está tranquilo: através de um centímetro quadrado passam ao todo apenas duas partículas por segundo.

Os novos dados obtidos, com o segundo foguete cósmico, sôbre os campos magnéticos celestes, constituem grande contribuição para o estudo do Cosmos.

A «cauda da Terra»

Malgrado o prazo incrìvelmente curto transcorrido desde o início da navegação cósmica, o espaço circundante da Terra, que parecia vazio, apresenta-se agora como arena de complicados fenômenos, de importância essencial do ponto de vista prático e científico.

O espaço cósmico que nos rodeia não é, em absoluto, vazio. É cheio de uma espécie de gás, composto de destroços de átomos de hidrogênio, — de protons e eletrons. Êsse gás é atravessado pelos raios cósmicos e pelas correntes de corpúsculos provindos do Sol, por raios infravermelhos, ultravioletas e X, assim como por todo um espetro de ondas de rádio.

— Até pouco tempo atrás considerava-se que a densidade do gás interplanetário era ínfima, que êle conteria, quando muito, umas poucas partículas carregadas por centímetro cúbico. Entretanto, o descobrimento da «cauda gasosa» da Terra e o caráter original da distribuição das perturbações das radiocomunicações na atmosfera abalaram êsse ponto-de-vista. O descobrimento da «cauda gasosa» da Terra, cujo comprimento vai a 100 000 km, proporcionou aos cientistas os primeiros dados sôbre a densidade do gás interplanetário. Essa «cauda» observa-se em forma de fraco aumento do brilho da luminescência do céu noturno, nas proximidades do ponto diretamente oposto ao em que está situado o Sol abaixo do horizonte. A aparição da cauda não pode explicar-se pela fuga de gases da atmosfera terrestre, de vez que tal fuga deve produzir-se em tôdas as direções regularmente. Considera-se que a «cauda» se forma devido à pressão dos raios solares sôbre as partículas ionizadas das próprias camadas superiores da atmosfera terrestre e que a sua luminescência se acentua graças à difusão da luz pelos eletrons livres do meio gasoso. O estudo dessa luminescência mostra que, no espaço interplanetário próximo à Terra, o número de eletrons varia de algumas centenas até milhares por centímetro cúbico. Uma vez que o espaço interplanetário é em conjunto um meio elétrico neutro, deve haver também nêle uma quantidade correspondente de partículas carregadas positivamente, — de protons.

Há ainda uma outra opinião sôbre o caráter da substância interplanetária. Alguns cientistas consideram que a concentração de protons e de eletrons não vai além de uma dezena de partículas por centímetro cúbico, e que a aparição de regiões distintas do espaço com uma concentração elevada

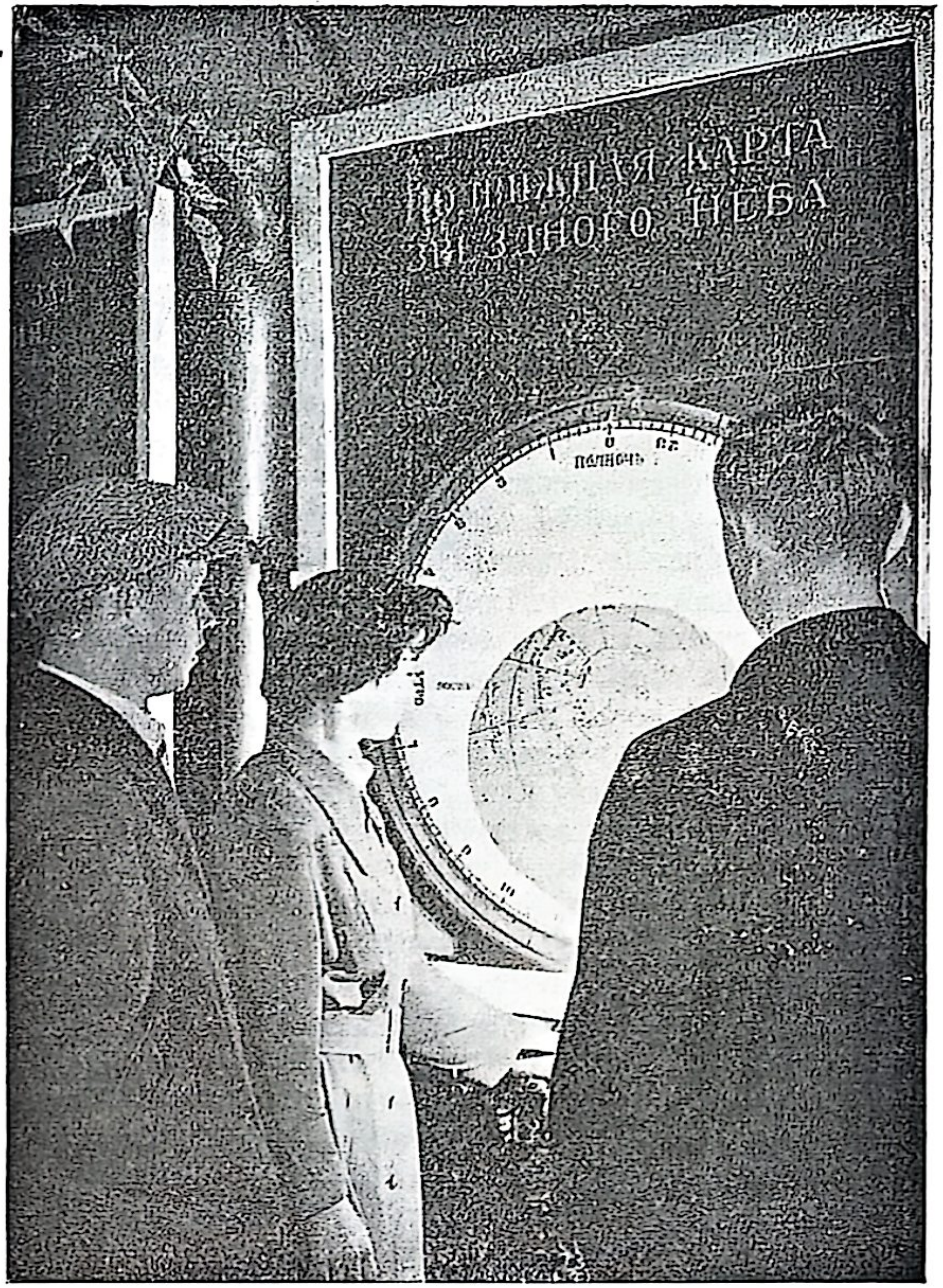
de partículas deve-se às nuvens de corpúsculos, — de partículas carregadas lançadas da superfície do Sol. Além disso, há no espaço interplanetário grande quantidade duma poeira fina, — de produtos da desintegração de asteroides e, em particular, de cometas.

Ionosfera lunar?

Por meio dos instrumentos do segundo foguete cósmico soviético voltou-se a medir a concentração de partículas do gás interplanetário. O registro do valor das correntes criadas pelas partículas positivas de gás ionizado que caíram, do meio ambiente, nos quatro alçapões instalados na cápsula permitiu obter novos dados sôbre a densidade de partículas ionizadas do gás interplanetário. Cálculos preliminares mostram que há, entre a Terra e a Lua, regiões em que o número de partículas por centímetro cúbico é inferior a cem unidades. À aproximação da Lua, a uma distância de cêrca de dez mil quilômetros, as correntes registradas crescem. Isso pode explicar-se ou pela existência de uma região de gases ionizados em tôrno da Lua, — de uma ionosfera lunar original, — ou pela presença, em tôrno da Lua, de uma região de concentração elevada de corpúsculos de energias da ordem de dezenas de volts.

«Mensageiros» das profundidades cósmicas

O espaço universal está por inteiro penetrado das irradiações dos astros. Dentre elas é particularmente interessante e enigmática a das partículas de energias muito grandes, que se medem por centenas de milhares e mesmo por milhões de eletronvolts. Daí por que, entre os variados apa-



No mapa celeste movel do Planetário de Moscou, jovens soviéticos situam a trajetória do segundo foguete cósmico.

relhos científicos instalados na cápsula do foguete lunar, ocupassem lugar de relêvo os destinados ao estudo, sob todos os aspetos, dos raios cósmicos. É preciso dizer que êsses mensageiros das profundidades do Universo, que bombardeiam, em corrente ininterrupta, as camadas superiores do invólucro aéreo de nosso planêta, não são raios no estrito sentido da palavra. São núcleos atômicos de elementos leves, em particular de hidrogênio e de hélio. Irrompendo nas camadas superiores da atmosfera a velocidades colossais, próximas da velocidade da luz, chocam-se com os átomos dos gases e destroem os seus núcleos. Nascem assim, na atmosfera, novas partículas, — os raios cósmicos secundários, possuidores, também, de grandes velocidades.

Data de muito tempo o interêsse pelos raios cósmicos, e em muitos lugares do globo terrestre, em geral nas regiões de altas montanhas, armaram-se estações especiais para o seu estudo. Entretanto, os raios estudados nessas estações não eram os raios cósmicos primários, que viajam desimpedidamente nos espaços interestelares, onde a extensão de percurso livre estima-se em valores descomunais, medidos não em quilômetros, mas em anos-luz. Aquêles raios eram já o resultado da influência dos raios cósmicos primários sôbre os átomos e moléculas de nossa atmosfera terrestre.

A criação de satélites artificiais da Terra ampliou imensuràvelmente as nossas possibilidades de estudo das partículas de alta energia. Em todo caso, ainda assim não logramos a possibilidade de investigá-las em forma «pura». Trata-se de que, mesmo nas maiores altitudes alcançadas pelos satélites, predominam os fenômenos secundários. Só o lançamento do primeiro foguete cósmico soviético e, sobretudo, do segundo permitiu realizar o estudo dos raios cósmicos a distâncias tão grandes

da Terra e da Lua, que se pôde estar seguro da ausência de quaisquer deformações devidas a êsses corpos celestes.

Onde é seu torrão natal ?

Até agora os cientistas ignoram onde nascem os raios cósmicos primários e de que modo adquirem a sua colossal energia. Há ainda muito por esclarecer também no que respeita à interação entre êles, de um lado, e, de outro, os átomos e moléculas dos gases existentes nas camadas superiores do invólucro aéreo da Terra. Para ter resposta a semelhantes questões, são necessárias investigações diversificadas das profundezas do espaço interplanetário. Com êsse fim, instalam-se diferentes instrumentos a bordo dos foguetes cósmicos e os dados por êles colhidos são transmitidos à Terra pelo rádio.

Dos aparelhos utilizados para o estudo dos raios cósmicos, os mais difundidos são os contadores, de diferentes tipos. Para determinar a intensidade da irradiação cósmica, basta dividir o número de partículas que o contador registrou, pelo tempo durante o qual foi feito o registro.

Para resolver o problema da origem dos raios cósmicos, é muito importante saber a quantidade de núcleos pesados dos diversos elementos que entra na composição da irradiação cósmica primária. Para isso pode utilizar-se a propriedade de irradiar a luz, possuída por tôda partícula carregada que se move numa substância com velocidade superior à da difusão da luz no mesmo meio. Essa explosão luminosa é colhida por um fotomultiplicador, que a transforma num sinal elétrico, por sua vez ampliado e transmitido pelo rádio à Terra.

No segundo foguete cósmico foram instalados diferentes aparelhos que permitiam estudar sob

O rádio-operador Anatólio Magnushévsqui, do Planetário de Moscou, recebe os sinais do segundo foguete cósmico soviético no dia 12 de setembro de 1959.

todos os aspetos a composição dos ráios cósmicos no espaço interplanetário. Durante o percurso do foguete no espaço cósmico, foram realizadas medições da corrente geral da irradiação cósmica, dos fluxos de núcleos de hélio (partículas alfa), de carbono, de azôto e de oxigênio e de núcleos mais pesados que entram na composição dos raios cósmicos.

Penetrando, dêste modo, nos segredos do nascimento dos raios cósmicos e esclarecendo como êles adquirem energia tão colossal, os cientistas obtêm

inúmeros dados valiosos sôbre a matéria estelar e os campos magnéticos no Cosmos. O estudo de partículas de tão elevadas energias promete muito, igualmente, no que se refere à compreensão e utilização, com fins científicos, das possibilidades inesgotáveis que o átomo e seu núcleo encerram.

Durante o vôo do «lunik», obtiveram-se dados complementares sôbre os raios X e gama, os eletrons de grandes e pequenas energias e as partículas de energias elevadas. Quanto é importante, para os cientistas, saber mais a respeito de todos êsses fenômenos vê-se, por exemplo, pela significação das pesquisas relativas aos raios X. Como se sabe, êsses raios não chegam até à Terra: somos protegidos de sua ação pela camada atmosférica. Mas necessitamos conhecer sua natureza. Qual a intensidade dos raios X no espaço interplanetário? Isso tem muita importância para a segurança das tripulações das futuras naves cósmicas. Sabe-se, com efeito, que a coroa do Sol ejeta para o Cosmos enormes fluxos de raios X e gama.

Tôdas essas amplas investigações dos «mensageiros» das profundezas cósmicas apresentam grande interêsse para a análise dos processos que se verificam no espaço universal.

As «estrelas cadentes»

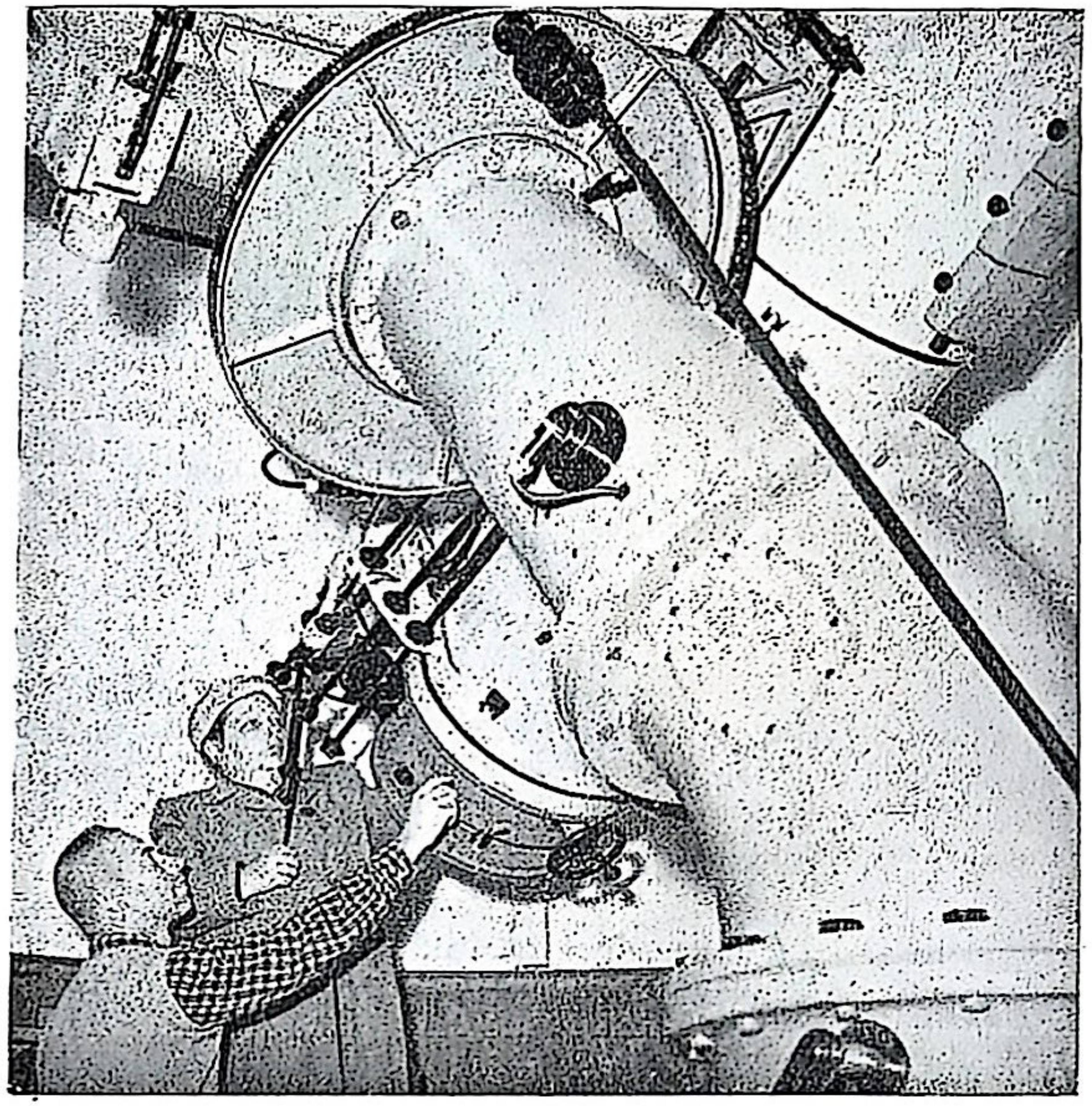
As investigações cosmogônicas, isto é, o estudo da origem da Terra e dos demais astros, acham-se indissolùvelmente ligadas ao estudo dos fluxos meteóricos formados por miríades de partículas ínfimas, de origem cósmica, que se movem a grandes velocidades no espaço interplanetário. Essas partículas meteóricas irrompem com freqüência na atmosfera da Terra, promovendo o lindo fenômeno das estrêlas cadentes, — dos meteoros. As que,

dentre elas, chegam até à superfície da Terra, — os chamados meteoritos —, são de excepcional valor para a ciência. Por ora, são elas os únicos mensageiros do Cosmos para o nosso planêta. Para os sêres que povoam a Terra, mesmo os fluxos meteóricos mais intensos não constituem perigo: as partículas que os integram inflamam-se e ardem nas camadas superiores da atmosfera. Mas que se passa acima desta?

Os vôos dos satélites e foguetes permitiram estabelecer que a densidade média da substância meteórica é muito pequena e que a própria matéria meteórica encontra-se no Cosmos num estado de extraordinária fragmentação. Entretanto, a substância meteórica é distribuida de modo extremamente irregular. De tempos em tempos, a sua quantidade aumenta bruscamente. Se a densidade das partículas meteóricas fôr grande, elas, bombardeando, como um «jato de areia», o foguete cósmico ou a nave interplanetária, poderão ir destruindo paulatinamente a sua superfície. Deve-se ter em vista também que no Cosmos se encontram, embora raramente, corpos de pedra ou metálicos maiores, dotados de velocidades que superam em dezenas e centenas de vêzes a duma bala.

O perigo meteórico

Faz bem pouco tempo ainda que o perigo do encontro das naves cósmicas com grandes partículas materiais parecia espantoso. As observações acumuladas, entretanto, dissipam êsses temores. Com efeito, as investigações em satélites e foguetes mostraram que, por exemplo, uma nave a foguete com uma superfície externa de 100 metros quadrados pode encontrar um corpo meteórico de massa de um grama sòmente uma vez em 14 000 horas



A professôra Eugênia Boguslávscaia e o engenheiro-chefe Ivan Pavlov, do Instituto Astronômico de Investigação Científica Sternberg, anexo à Universidade Lomonóssov, Moscou, preparam o astrógrafo de grande ângulo para tirar fotografias no dia 12 de setembro de 1959.

de vôo, e de massa de 0,01 grama, uma vez em 140 horas de vôo. A experiência, no primeiro foguete cósmico soviético, mostrou que partículas meteóricas de massa de cêrca de um bilionésimo de grama podem chocar-se com a superfície do foguete à

razão de uma para várias horas de vôo. Isso significa que se pode «pousar» na Lua e dela «decolar» sem encontrar um só grande corpo meteórico.

O funcionamento ininterrupto do aparelhamento de rádio e dos demais instrumentos instalados no «lunik» mostra que o foguete, pelo visto, não se encontrou nem uma vez com um meteoro que pudesse varar o revestimento e pôr fora de ação o instrumental. De tal modo, é pequena a probabilidade de morte em conseqüência de choque direto com uma partícula meteórica de grandes dimensões. Perigo real constituem os micrometeoros, mas dêles é possível defender-se com segurança.

Para a pesquisa direta da substância meteórica no espaço interplanetário, o mais comum é empregar-se aparelhos que utilizam o chamado efeito piezoelétrico, próprio dos cristais de certas substâncias. A um choque sôbre placa cortada de um dêsses cristais, produz-se em sua superfície uma carga elétrica, que pode ser em seguida registrada por um contador especial. A sensibilidade de um instrumento dêsse tipo é tão grande que permite assinalar fluxos de partículas meteóricas de um bilionésimo de grama de massa.

Agora, que entramos na época dos vôos cósmicos, o estudo do perigo meteórico adquiriu importância de primeira ordem para a ciência. Ao mesmo tempo, a investigação minuciosa e sob todos os aspetos da substância meteórica ajudará a decifrar o segrêdo da origem dos planêtas do sistema solar.

Fala o «lunik»!

No complexo conjunto de aparelhos do segundo foguete cósmico destinados ao programa de observações científicas, grande era o papel atribuído ao aparelhamento radiotécnico. Em combinação com

No dia 13 de setembro de 1959, desde cedo, houve grande animação junto aos quiosques de jornais em tôda a URSS. Cada um queria comprar logo o seu jornal para ler os novos comunicados sôbre o vôo do segundo foguete cósmico. A foto acima foi tirada na Praça de Sverdinov, em Moscou.

as instalações de rádio terrestres, foi justamente êsse aparelhamento que assegurou a possibilidade do contrôle contínuo da posição e da velocidade do foguete. Além disso, sem recorrer ao rádio teria sido impossível transmitir à Terra a copiosa infor-

mação reunida pelos aparelhos registradores especiais instalados na cápsula.

O papel das instalações radiotécnicas, entretanto, não se limita apenas ao «serviço rádio» da grandiosa experiência cósmica. Por si sós, já os próprios rádio-sinais do foguete cósmico, que atravessam o espaço universal e o revestimento atmosférico da Terra e são recebidos em cinco freqüências distintas, constituem uma informação científica valiosíssima. Sua análise ajudará a estudar mais a fundo as propriedades eletromagnéticas do invólucro gaseiforme de nosso planêta, assim como as condições de difusão das ondas de rádio através dêsse invólucro, de suas diferentes camadas e do espaço interplanetário. Para os cientistas especializados em rádio, apresenta especial interêsse a ionosfera, — a região ionizada da atmosfera, situada a altitudes de 65 a 400 quilômetros, na qual parte das moléculas gasosas está desintegrada em eletrons e «restos» positivamente carregados de átomos —, os ions. O papel da ionosfera na difusão das ondas de rádio é extraordinàriamente importante. Basta recordar que tôda radiocomunicação de onda curta a grande distância, no globo terrestre, realiza-se por meio de sinais refletidos na ionosfera, da mesma forma como os raios solares se refletem num espelho.

Não é menor o interêsse que apresenta, igualmente, a região, muito pouco estudada, de transição da atmosfera para o espaço cósmico, situada além da ionosfera. Nessa região descobriram-se bem recentemente, por exemplo, duas zonas de irradiação: a primeira, de 2 400 a 4 800 quilômetros de altitude; a segunda, de 13 000 a 88 000 quilômetros de altitude. Trata-se de zonas repletas de partículas carregadas, — inclusive de partículas rádio-ativas —, aprisionadas pelo campo magnético da Terra. A investigação dessas zonas de irradiação, como se

No Instituto Astronômico Sternberg, altas horas da noite de 13 de setembro de 1959, os aspirantes da Faculdade de Física da Universidade de Moscou (da esquerda para a direita) Iúri Cabura (URSS), Tsin Tchun Khao (China), Iácoukh Frantishék (Tchecoslováquia) e Tsin Tchen-Tchui (China) não podem ocultar sua alegria quando Nicolau Blinov, assistente-chefe do Laboratório do Instituto, lhes comunica seus cálculos sôbre a próxima chegada do foguete à superfície da Lua.

sabe, figurou também no programa de observações do segundo foguete cósmico.

«Auscultar» e «radiografar»

Antes do lançamento dos satélites artificiais da Terra e dos foguetes cósmicos, a investigação da ionosfera realizava-se através de sua rádio-sondagem feita da Terra, isto é, por meio do envio de rádio-impulsos e da recepção de suas reflexões na

ionosfera. Já agora os cientistas têm a possibilidade não sòmente de «auscultar» a ionosfera, através de sinais refletidos, mas também de «radiografá-la», por meio de rádio-sinais que a varam em tôdas as direções possíveis.

Nesse sentido, são de esperar resultados especialmente interessantes das radiobservações do transmissor a duas freqüências — em que uma é exatamente a metade da outra: 19,993 e 39,986 megaciclos.

Ao atravessar a coberta ionosférica de nosso planêta, os rádio-sinais sofrem as mais diversas variações e deformações, entre elas as chamadas deformações de fase e de polarização. A grandeza de tais deformações não pode ser determinada se se recebe o sinal em apenas uma freqüência. É sòmente comparando dois sinais de freqüências diferentes que se podem determinar com exatidão essas deformações, assim como algumas propriedades físicas do meio que as provocou.

Os novos métodos de investigação da ionosfera, compreende-se, têm importância não apenas do ponto-de-vista do conhecimento desta. Êles ajudarão os cientistas nos passos seguintes para o domínio do espaço universal, quando crescerá ainda mais o papel do rádio, para a garantia dos vôos de foguetes cósmicos aos planêtas longínquos.

«Atenção, Terra! Até à Lua faltam... »

Não está excluido que em futuro não remoto possam utilizar-se com mais eficiência ainda os dados de radiocontrôle da trajetória do foguete. De acôrdo com êsses dados, será possível, por exemplo, realizar a correção do movimento do foguete mediante a transmissão de rádio-ordens da Terra. Por êsse meio poder-se-á não só dar a direção

O diretor do Instituto Astronômico Sternberg, anexo à Universidade de Moscou, Prof. Dmítri Martinov (à direita), doutor em ciências físico-matemáticas, e o assistente-chefe do Laboratório do Instituto, Nicolau Blinov, recebem, às 0 horas 2 minutos de 14 de Setembro de 1959 os últimos sinais dos rádiotransmissores do segundo foguete cósmico a pique de alunar.

necessária ao vôo do foguete, como também imprimir-lhe o regime necessário para o pouso na Lua ou num planêta. Dêsse ponto-de-vista chamam a atenção inovações do segundo foguete cósmico tais como o sistema de direção do seu último estágio e o rádio-altímetro, destinado a permitir uma determinação mais precisa da posição da cápsula em relação à Lua.

O altímetro foi ligado no trecho final da trajetória do foguete, alguns minutos antes do encontro

com a superfície lunar. Enviando rádio-impulsos à Lua e recebendo de volta o sinal refletido pela superfície lunar, o rádio-altímetro o reexpedia para as estações de medição terrestres. Os dados transmitidos pelo altímetro são muito preciosos. Ao registrar a diminuição da altitude em relação à Lua com o tempo, êle permite aos cientistas, que conhecem a velocidade do aparelho volante, aferir a variação desta e mesmo a fôrça de resistência do meio em que se realiza o movimento. Supondo que na Lua não há atmosfera, os especialistas podem calcular com precisão como deve ali a altitude variar com o tempo. O altímetro lunar pode indicar coincidências ou divergências com os cálculos, a ausência ou presença de um meio resistente e, nesse último caso, a sua densidade. Isso constituirá um novo passo importante para o conhecimento de nossa vizinha celeste mais próxima.

Aqui enumeraram-se apenas algumas das tarefas científicas que foram entregues às naves cósmicas soviéticas. O deciframento, a preparação e a análise do gigantesco material acumulado requerem algum tempo, apesar do emprêgo de máquinas calculadoras e dispositivos analítico-computadores ultra-rápidos.

À medida que êsse trabalho vá sendo completado, publicar-se-ão os resultados das investigações realizadas.

Agradecimento cordial

Com relação ao lançamento efetuado a 12 de setembro de 1959, na União Soviética, de um foguete cósmico que a 14 de setembro atingiu a superfície da Lua, o Comitê Central do PCUS, o Presídium do Sôviet Supremo e o Conselho de Ministros da URSS receberam e continuam recebendo grande quantidade de telegramas e cartas de felicitação de operários e empregados das emprêsas e instituições soviéticas, de colcosianos e intelectuais, de organizações do Partido e sociais, assim como de estadistas, de personalidades políticas e homens públicos, de particulares e de organizações sociais do estrangeiro.

O Comitê Central do Partido Comunista da União Soviética, o Presídium do Sôviet Supremo e o Conselho de Ministros da URSS agradecem calorosamente a todos os soviéticos, ao pessoal das emprêsas e instituições, as suas cordiais felicitações. O lançamento do segundo foguete cósmico soviético e a sua chegada à Lua significam uma vitória mundial histórica do povo soviético, de sua ciência e técnica de vanguarda. O envio do emblema soviético à Lua é testemunho brilhante do gênio criador dos cientistas, engenheiros e operários

soviéticos. O que era, ainda ontem, remota fantasia converteu-se em realidade. A 14 de setembro abriu-se uma era nova na conquista do Cosmos pelo homem.

O êxito do povo soviético é também uma vitória grandiosa de tôda a humanidade pacífica e progressista.

A portentosa façanha do povo soviético serve à obra de progressão ulterior nos arcanos do Universo e de crescente domínio das fôrças da natureza em favor da paz e da prosperidade da humanidade, em benefício da aproximação de todos os povos e da cooperação amistosa entre êles.

O lançamento do foguete cósmico constitui para os soviéticos poderoso estímulo em sua luta heróica pela prosperidade da Pátria, é uma confirmação do futuro luminoso, — do comunismo.

O Comitê Central do PCUS, o Presídium do Sôviet Supremo e o Conselho de Ministros da URSS agradecem sinceramente a todos os estadistas, personalidades sociais e políticas, a tôdas as pessoas e às organizações sociais estrangeiras os cálidos sentimentos e os bons votos expressados por ocasião do vôo do foguete cósmico soviético à Lua.

O Comitê Central do PCUS.
O Presídium do Sôviet Supremo da URSS.
O Conselho de Ministros da URSS.

O terceiro foguete cósmico soviético

Sôbre o lançamento do terceiro foguete cósmico pela União Soviética

Comunicado da TASS

De acôrdo com o programa de investigações do espaço cósmico e de preparação para os vôos interplanetários, a 4 de outubro de 1959 levou-se a efeito com êxito, na União Soviética, o lançamento do foguete cósmico nº 3. A bordo do foguete está instalada uma estação interplanetária automática.

O lançamento foi realizado por meio de um foguete multiestágio. O estágio final, depois de adquirir a velocidade prevista, pôs na órbita preestabelecida a estação interplanetária automática.

A órbita a ser percorrida pela estação interplanetária foi escolhida de maneira a assegurar a passagem desta pelas proximidades da Lua, e a circundação desta.

A estação passará a uns 10 000 quilômetros de distância da Lua e, depois de dar a volta por trás dela, entrará, em seu movimento ulterior, na região espacial da Terra. A órbita escolhida assegura a observação da estação desde o hemisfério norte da Terra.

O último estágio do foguete cósmico soviético nº 3 pesa 1 553 quilogramas, sem o combustível.

A estação interplanetária foi instalada nesse estágio. Depois de sua entrada em órbita, a estação foi ejetada do foguete. O último estágio percorre uma órbita próxima à da estação. Esta tem como finalidade a realização de amplas investigações científicas no espaço cósmico. A bordo da estação estão instalados aparelhos científicos e radiotécnicos, assim como um sistema para a regulação automática do regime térmico. A alimentação eletrica do aparelhamento científico e radiotécnico é feita por meio de pilhas solares e de fontes químicas de energia. O pêso total da estação é de 278,5 quilogramas. Ademais, no último estágio do foguete estão instalados instrumentos de medição com as respectivas fontes de alimentação, com um total de 156,5 quilogramas de pêso. Assim, a carga útil global é de 435 quilogramas.

A transmissão da informação científica e dos dados da medição dos parâmetros da trajetória da estação será feita através de dois radiotransmissores que funcionam nas freqüências de 39,986 e 183,6 megaciclos.

Ao mesmo tempo, por um radiocanal na freqüência de 183,6 megaciclos, será feito o contrôle dos elementos da órbita da estação.

Os sinais do transmissor que funciona na freqüência de 39,986 megaciclos são impulsos de duração variável de 0,2 a 0,8 de segundo, e a freqüência de repetição dos impulsos é de 1 mais ou menos 0,15 ciclos.

A transmissão da informação de bordo da estação se fará em sessões diárias de 2 a 4 horas, segundo o programa de observação. A ordem para o funcionamento do instrumental instalado a bordo da estação é dada de Terra, do centro de coordenação e de cálculo.

A medição dos parâmetros do foguete é feita por todo um sistema automático de medição, cujas estações terrestres estão situadas em diferentes pontos do território da União Soviética.

Tôdas as emissoras de rádio da URSS darão comunicados sôbre o movimento do foguete cósmico nº 3.

A próxima sessão de trabalho dos meios radiotécnicos terá início às 13 horas do dia 4 de outubro (hora de Moscou). A essa hora o foguete encontrar-se-á sôbre um ponto do Oceano Índico de coordenadas 80 graus de longitude Leste, 5 graus de latitude Sul, a uma distância de 108 000 quilômetros da Terra. A sessão de trabalho do aparelhamento radiotécnico durará cêrca de duas horas.

A radiobservação do foguete poderá efetuar-se dos territórios da Europa, Ásia, África e Austrália.

O lançamento do foguete cósmico soviético nº 3 e a criação da estação interplanetária automática permitirão obter novos dados sôbre o espaço cósmico e constituem mais uma contribuição do povo soviético para a colaboração internacional no estudo do Cosmos.

O terceiro foguete cósmico soviético em vôo

Série de comunicados diários da Agência TASS

4 de outubro, 18 horas

O terceiro foguete cósmico soviético, lançado na manhã de 4 de outubro, — dia do segundo aniversário do lançamento do primeiro satélite artificial soviético da Terra, o primeiro do mundo —, continua o seu vôo em direção à Lua. Às 18 horas (hora de Moscou), o foguete tinha-se afastado 145 000 quilômetros da Terra, achando-se sôbre o ponto da região do Oceano Atlântico de coordenadas 8 graus 36 minutos de latitude Sul, 5 graus 48 minutos de longitude Leste.

O estudo dos dados das medições dos parâmetros da trajetória do terceiro foguete cósmico confirma que êle foi pôsto, com exatidão, na órbita prevista. A estação automática, aproximando-se da Lua precisamente até à distância mínima prevista e no momento fixado, circundá-la-á, passando por trás da sua face invisível, e em seguida retornará em direção à Terra. Durante os muitos dias de vôo da estação interplanetária, foi prevista a realização, a seu bordo, de um conjunto de medições científicas, cujos dados serão transmitidos por meio do rádio aos postos receptores terrestres, a intervalos de antemão calculados. A coordenação dos dados fornecidos pela estação interplanetária, nas sessões de

trabalho, aos postos receptores terrestres, é realizada por meio do sistema de aparelhos especiais do centro de coordenação e de cálculo.

Na primeira sessão de transmissão dos dados científicos das observações, que teve lugar hoje, durante duas horas, comprovou-se o funcionamento normal de todos os instrumentos científicos e de medição instalados na estação, dos radiotransmissores e das fontes de energia. Os dados das medições científicas obtidos durante a primeira sessão estão sendo submetidos a minucioso preparo.

A sessão seguinte de transmissão de dados das medições da estacão interplanetária automática terá lugar a 5 de outubro.

5 de outubro, 12 horas

Às 12 horas de 5 de outubro, o foguete cósmico soviético nº 3 tinha-se afastado 248 000 quilômetros da Terra, encontrando-se sôbre um ponto da superfície terrestre, situado na parte oriental do Oceano Índico, de coordenadas 14 graus 20 minutos de latitude Sul, 98 graus 00 minutos de longitude Leste.

Continua ininterruptamente o estudo das medições dos parâmetros reais do movimento, por meio de máquinas de calcular eletrônicas ultra-rápidas. Os dados obtidos confirmam a grande exatidão com que o foguete foi pôsto na órbita prevista. Como se sabe, os dois primeiros foguetes soviéticos tinham, no momento da entrada em órbita, uma velocidade superior à velocidade de libertação. Para conseguir-se que a estação interplanetária circunde a Lua e volte em seguida à Terra, imprimiu-se ao terceiro foguete uma velocidade orbital inicial um pouco menor que a de libertação. Por êsse motivo, o seu avanço em direção à Lua se processa mais lentamente do que o dos dois primeiros foguetes cósmicos.

A estação interplanetária destacada do último estágio do foguete passará à distância mínima da Lua às 17 horas do dia 6 de outubro, levando cêrca de dois dias e meio para cobrir a distância que separa a Terra da Lua. A distância da estação à superfície da Lua será, nesse momento, de uns 7 000 quilômetros.

O aparelhamento instalado na estação está funcionando de acôrdo com o programa de medições científicas previsto. A segunda sessão de transmissão dos dados das medições de bordo da estação, segundo foi já informado, terá lugar das 15 às 17 horas de 5 de outubro. Doravante, as notícias sôbre o movimento do foguete cósmico nº 3 e sôbre os resultados das observações científicas serão dadas uma vez por dia, depois da sessão de transmissão de dados de bordo e de sua análise preliminar.

5 de outubro, 20 horas

Continuando seu movimento em direção à Lua, o terceiro foguete cósmico soviético encontrava-se, às 20 horas de 5 de outubro (hora de Moscou), sôbre o Oceano Atlântico, na vertical do ponto de coordenadas 20 graus 40 minutos de latitude Sul, 21 graus 30 minutos de longitude Oeste, estando, nesse momento, afastado 284 000 quilômetros em relação à Terra.

O terceiro foguete cósmico continua o seu movimento exatamente segundo a órbita prevista.

De acôrdo com os resultados da elaboração preliminar dos dados das medições radiotelemétricas obtidos a 5 de outubro, durante a segunda sessão de transmissão, comprovou-se que os sistemas termo-regulador e de fontes de energia, assim como

o aparelhamento de medições científicas instalado na estação automática, funcionam normalmente.

Das 15 às 17 horas (hora de Moscou) de 5 de outubro, em seguida a um sinal enviado da Terra, foram transmitidos da estação interplanetária e gravados em fita pelas estações terrestres os dados sucessivos das medições telemétricas.

A sessão seguinte de transmissão para a Terra terá lugar a 6 de outubro, das 17 às 19 horas (hora de Moscou).

6 de outubro, 20 horas

Às 20 horas de 6 de outubro, o terceiro foguete cósmico sobrevoava o Oceano Atlântico, a noroeste da ilha de Martim Vaz, sôbre o ponto de coordenadas 17 graus 30 minutos de latitude Sul, 22 graus 48 minutos de longitude Oeste, a uma distância de 371 700 quilômetros da Terra.

Tendo passado pela distância mais próxima da Lua, a uns 7 000 quilômetros de sua superfície, às 17 horas 16 minutos do dia 6 de outubro, o foguete continuou a sua trajetória de contôrno da Lua. Às 20 horas de 6 de outubro, sua distância à superfície lunar era de 15 000 quilômetros.

A essa hora o foguete se encontrava próximo ao plano do equador lunar, apresentando uma longitude selenográfica de 137 graus e uma latitude selenográfica de menos 12 graus.

O foguete continua movendo-se precisamente segundo a órbita prevista.

De acôrdo com os resultados do estudo preliminar dos dados das medições radiotelemétricas efetuadas durante as segunda e terceira sessões de transmissão, a temperatura a bordo da estação interplanetária mantém-se entre 25 e 30 graus e a

pressão é de quase mil milímetros de mercúrio, o que coincide com os valores previstos.

O aparelhamento de medição científica, as pilhas solares e as fontes químicas de alimentação funcionam normalmente.

A sessão seguinte de transmissão para a Terra dos dados das medições científicas e das coordenadas será a 7 de outubro, das 17 às 18 horas (hora de Moscou).

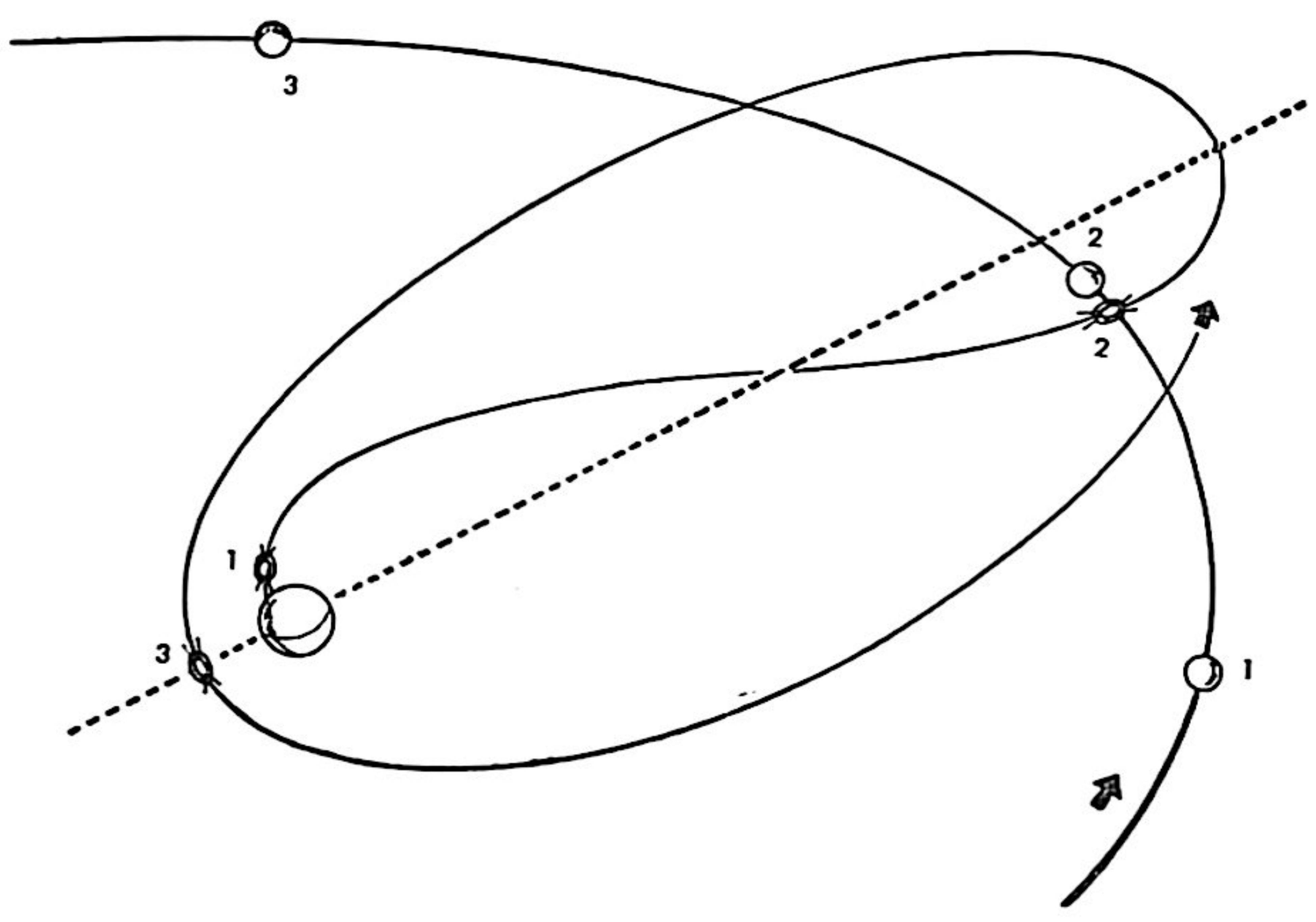
7 de outubro, 20 horas

No dia 7 de outubro, às 20 horas, o foguete cósmico nº 3 continuava o seu movimento encontrando-se na constelação do Serpentário, nas proximidades da estrêla Zeta, com uma declinação de menos 11 graus 36 minutos e uma ascensão reta de 16 horas 31 minutos 37 segundos.

A verificação dos elementos da trajetória, realizada no centro de coordenação e de cálculo, demonstra que a estação interplanetária automática continua a deslocar-se exatamente segundo a órbita prevista.

Depois de passar pelo ponto de distância mínima da Lua, a estação, contornando-a, continua a afastar-se dela e da Terra. Às 20 horas de 7 de outubro, a estação estava a 126 000 quilômetros da Lua e a 417 000 quilômetros da Terra.

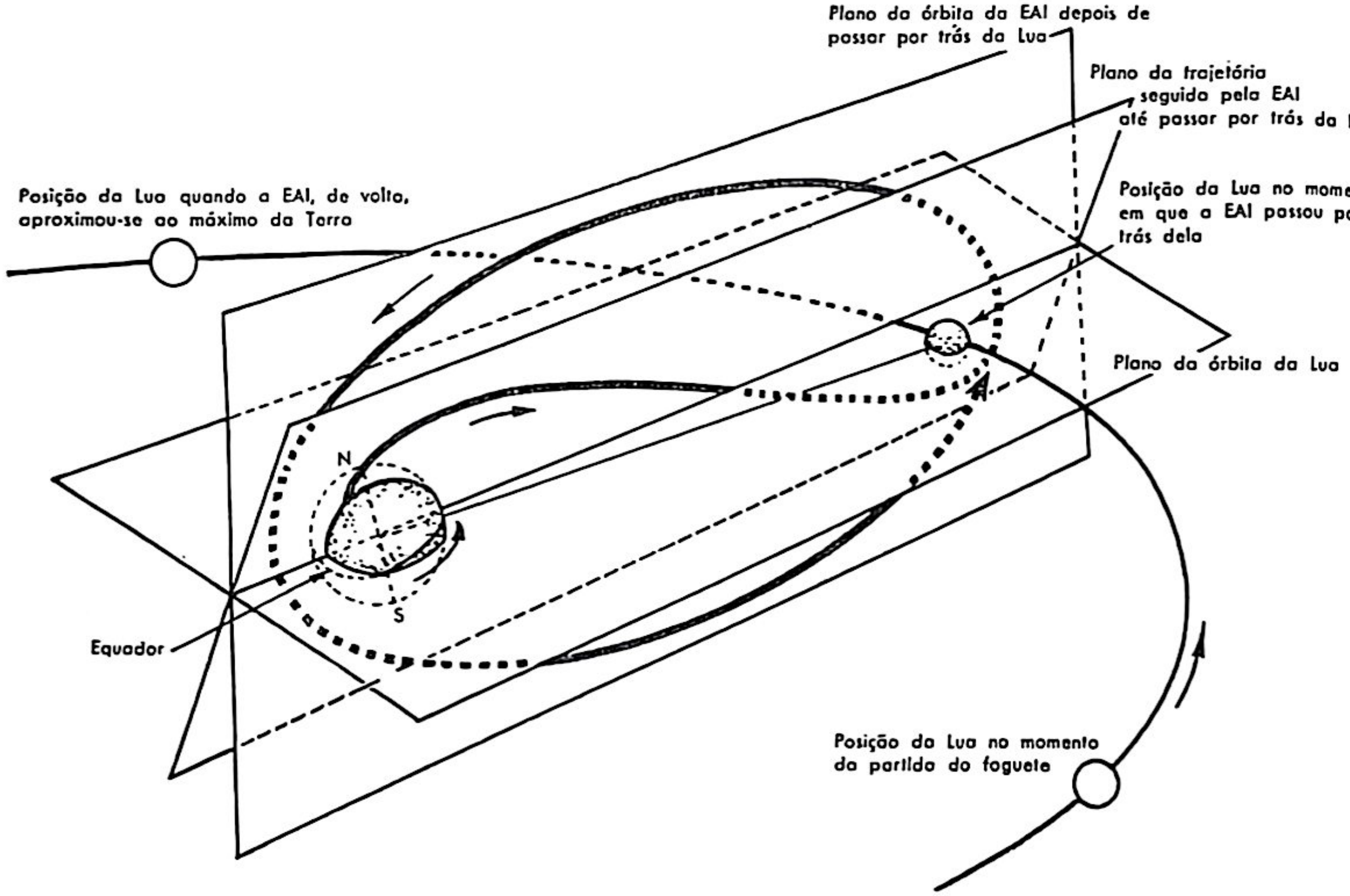
Em seu movimento ulterior a estação continuará afastando-se da Terra, até alcançar, a 10 de outubro, a distância máxima de 470 000 quilômetros. Em seguida a estação começará a aproximar-se da Terra e passará no ponto mais próximo dela a 18 de outubro, na direção Norte-Sul. A menor distância que atingirá, em relação à Terra, será de uns 40 000 quilômetros.



Esquema do movimento do terceiro foguete cósmico soviético: 1 Posição da Lua e do foguete no momento da partida dêste; 2 Posição da Lua e do foguete no momento da aproximação máxima entre ambos; 3 Posição da Lua e do foguete no momento da aproximação máxima dêste em relação à Terra.

Os dados obtidos pelas estações telemétricas terrestres, durante a sessão de transmissão de 6 de outubro, confirmam que os aparelhos de medições científicas, o sistema termo-regulador e o sistema de alimentação energética continuam funcionando normalmente.

A próxima sessão de transmissão para a Terra dos dados das medições científicas e das medições dos parâmetros da trajetória terá lugar a 8 de outubro, das 17 às 18 horas (hora de Moscou).



Esquema da trajetória do vôo da Estação Automática Interplanetária (EAI).

8 de outubro, 20 horas

Continuando o seu movimento exatamente segundo a trajetória calculada, a estação interplanetária automática encontrava-se, às 20 horas (hora de Moscou) do dia 8 de outubro, na constelação do Serpentário, com uma ascensão reta de 16 horas 36 minutos e uma declinação de menos 6 graus 48 minutos.

Nesse momento, a estação achava-se a uma distância de 448 000 quilômetros da superfície da Terra e a 235 000 quilômetros da superfície da Lua, cuja velocidade média orbital é de 1 quilômetro por segundo. Na ocasião a Lua já se encontrava na constelação do Sagitário (ascensão reta 18 horas 43 minutos, declinação menos 17 graus 48 minutos). A estação interplanetária, depois de dar a volta à Lua, saiu da esfera de atração desta e continua aproximando-se do ponto de afastamento máximo da Terra, com a particularidade de que a velocidade do seu avanço vai diminuindo continuamente. Às 20 horas de 8 de outubro essa velocidade era de 0,5 quilômetros por segundo.

O trajeto ulterior da estação se processará num plano quase perpendicular ao plano da órbita lunar. A estação girará em tôrno da Terra segundo uma elipse alongada, com um apogeu de 470 000 quilômetros, um perigeu de 40 000 quilômetros e um período de translação de 15 dias, aproximadamente.

Os aparelhos de medição científica, o sistema de regulação térmica e o sistema de alimentação energética da estação interplanetária, segundo os resultados do estudo dos dados obtidos pelas estações terrestres na sessão de 7 de outubro, continuam funcionando normalmente.

A próxima sessão de transmissão terá lugar no dia 9 de outubro, das 17 às 18 horas (hora de Moscou).

9 de outubro, 20 horas

Avançando em sua órbita, a estação interplanetária encontrava-se, às 20 horas (hora de Moscou) de 9 de outubro, na constelação do Serpentário, com uma ascensão reta de 16 horas 40 minutos e uma declinação de menos 2 graus 36 minutos. Nesse

momento, a estação achava-se sôbre um ponto da superfície terrestre de coordenadas 3 graus de latitude Sul, 22 graus de longitude Oeste. Sua distância à Terra era de 466 000 quilômetros.

A estação alcançará o apogeu de sua órbita a 10 de outubro e começará a deslocar-se de novo em direção à Terra, passando no dia 18 de outubro, às 20 horas, a uma distância de cêrca de 40 000 quilômetros da superfície da Terra, com uma velocidade de 4 quilômetros por segundo.

Com um período de translação em tôrno da Terra de quase 15 dias, a estação percorrerá, numa volta completa em sua órbita, mais de um milhão de quilômetros.

Segundo os resultados do estudo dos dados da sessão do dia 8 de outubro, o aparelhamento científico, instalações e dispositivos automáticos da estação espacial continuam funcionando com normalidade.

As próximas sessões de transmissão terão lugar a 12 e 15 de outubro, das 17 às 18 horas (hora de Moscou).

10 de outubro, 20 horas

A 10 de outubro o foguete cósmico soviético nº 3 alcançou o ponto máximo de afastamento da Terra.

A exata colocação da estação espacial automática na trajetória prevista, por meio de um foguete multiestágio, assegurou sua passagem precisamente pela posição predeterminada em relação à Lua, quando da aproximação máxima a esta. Isso permitiu aproveitar adequadamente a influência da fôrça de atração da Lua para desviar a trajetória da estação em seu vôo subseqüente, de forma a garantir que o seu regresso em direção à Terra se faça por sôbre o hemisfério norte desta.

Em seu movimento ulterior de volta à Terra pela parte norte do céu, a estação interplanetária irá aumentando continuamente a sua declinação. Para todos os pontos da Terra situados acima do paralelo de 60 graus de latitude Norte, a estação espacial não ficará abaixo do horizonte durante todo o dia, no período compreendido entre 15 e 18 de outubro.

Às 20 horas (hora de Moscou) do dia 10 de outubro, a estação encontrava-se na constelação do Serpentário, num ponto de coordenadas equatoriais 16 horas 44 minutos de ascensão reta, 1 grau 23 minutos de declinação.

A essa hora, a estação achava-se sôbre um ponto da superfície terrestre de coordenadas 1,4 graus de latitude Norte, 22,6 graus de longitude Oeste, a uma distância de 470 000 quilômetros da Terra.

Os instrumentos científicos e os sistemas de alimentação e de regulação térmica da estação continuam funcionando normalmente. Segundo foi já informado, as sessões seguintes de transmissão dos dados das medições científicas terão lugar nos dias 12 e 15 de outubro, das 17 às 18 horas (hora de Moscou).

11 de outubro, 20 horas

A estação interplanetária automática continua o seu vôo segundo a órbita traçada. Passado o apogeu (ponto de afastamento máximo em relação à Terra), começou a aproximar-se da Terra e, às 20 horas (hora de Moscou) de 11 de outubro, encontrava-se distante desta 456 000 quilômetros.

Ao passar pelo apogeu, a estação atingiu sua velocidade mínima, igual a 0,4 quilômetros por segundo. Em seguida, a velocidade voltou novamente a aumentar e a 11 de outubro era de cêrca de 0,5

quilômetros por segundo. No movimento ulterior da estação, à medida que se aproxime da Terra, sua velocidade continuará aumentando ininterruptamente.

12 de outubro, 20 horas

Às 20 horas (hora de Moscou) de 12 de outubro, a estação interplanetária continuava na constelação do Serpentário, com as seguintes coordenadas equatoriais: 16 horas 51 minutos 19 segundos de ascensão reta, 9 graus 26 minutos 24 segundos de declinação. Nesse momento a estação se achava sôbre um ponto da superfície da Terra de coordenadas 22 graus 42 minutos de longitude Oeste, 9,4 graus de latitude Norte.

Segundo os dados recebidos da estação, durante a sessão de transmissão de 12 de outubro, o aparelhamento instalado a bordo continua funcionando normalmente. A emissão seguinte de dados de medição será feita a 15 de outubro, das 17 às 18 horas (hora de Moscou).

13 de outubro, 20 horas

A 13 de outubro, prosseguindo em seu vôo no espaço cósmico, a estação interplanetária achava-se a 430 000 quilômetros da Terra. O estudo dos resultados das medições da trajetória obtidos na sessão de transmissão de 12 de outubro confirmou que a estação espacial se desloca segundo a órbita calculada.

Os dados elaborados à base das gravações da informação telemétrica provam que o instrumental científico instalado a bordo da estação, assim como os sistemas de termo-regulação e de alimentação elétrica, funcionam normalmente.

Às 20 horas (hora de Moscou) de 13 de outubro, a estação se deslocava da constelação do Serpentário para a de Hércules, encontrando-se num ponto com as seguintes coordenadas equatoriais: 16 horas 55 minutos 13,8 segundos de ascensão reta, 13 graus 54 minutos de declinação.

À mesma hora, a estação achava-se sôbre o Oceano Atlântico, ao Sul das Ilhas de Cabo Verde, sôbre um ponto de coordenadas 22,7 graus de longitude Oeste, 13,9 graus de latitude Norte.

Segundo já se informou, a próxima sessão de transmissão da estação interplanetária automática será a 15 de outubro, das 17 às 18 horas (hora de Moscou).

Durante a sessão de 15 de outubro, a estação encontrar-se-á a 349 000 quilômetros de distância da Terra.

15 de outubro, 20 horas

Continuando seu vôo em direção à Terra, a estação interplanetária encontrava-se, a 15 de outubro, às 20 horas (hora de Moscou), na constelação de Hércules, tendo uma ascensão reta de 17 horas 05 minutos 41 segundos e uma declinação de 25 graus 33 minutos.

Nesse momento, a estação encontrava-se sôbre o Oceano Atlântico, em cima do ponto situado a sudoeste das Ilhas Canárias, de coordenadas 22,1 graus de longitude Oeste, 25,6 graus de latitude Norte. Às 20 horas de 15 de outubro, a distância da estação à Terra era de 339 200 quilômetros, e sua velocidade, de cêrca de 0,9 quilômetros por segundo.

A elaboração dos resultados obtidos nas medições da trajetória feitas nas sessões precedentes corroborou que a estação continua avançando se-

gundo uma trajetória muito próxima da calculada. Durante a sessão de transmissão de medições de 15 de outubro, efetuada das 18 às 19 horas (hora de Moscou), verificou-se que o aparelhamento científico e de medição de bordo continua funcionando normalmente.

Estão sendo elaborados os dados das medições científicas e da trajetória obtidos durante a sessão de 15 de outubro.

A sessão seguinte de transmissão de dados da estação será a 16 de outubro, das 13 às 14 horas (hora de Moscou).

16 de outubro, 20 horas

No dia 16 de outubro, às 20 horas, a estação espacial automática encontrava-se a uma distância de 267 000 quilômetros da Terra. Sua velocidade de translação era, nesse momento, de 1,2 quilômetros por segundo.

A elaboração dos resultados das medições transmitidas para a Terra, nas sessões de ligação com a estação de 15 e 16 de outubro, mostrou que os aparelhos de bordo funcionam de acôrdo com o programa traçado. A pressão e a temeperatura a bordo continuam dentro dos limites preestabelecidos.

As baterias solares, as fontes químicas de alimentação e o aparelhamento científico e de medição funcionam normalmente.

Às 20 horas (hora de Moscou), a estação achava-se na constelação de Hércules, no ponto de ascensão reta 17 horas 15 minutos 15 segundos e de declinação 34 graus 53 minutos.

A sessão seguinte de ligação com a estação interplanetária se realizará a 17 de outubro, das 12 às 13 horas (hora de Moscou).

17 de outubro, 20 horas

A 17 de outubro, às 20 horas (hora de Moscou), a estação interplanetária automática estava a ... 166 500 quilômetros de distância da Terra. A velocidade de translação, em contínuo aumento, atingia a essa hora 1,7 quilômetros por segundo. Segundo dados comprovados, a estação alcançará a distância mínima em relação ao centro da Terra, igual a 47 000 quilômetros, no dia 18 de outubro, às 19 horas 50 minutos (hora de Moscou). A essa hora a estação encontrar-se-á sôbre um ponto da superfície terrestre na região das Ilhas Salomão, movendo-se de Noroeste para Sudeste.

Ao passar pela distância mínima da Terra, a velocidade da estação interplanetária alcançará o seu máximo, — 3,91 quilômetros por segundo.

Os dados das medições telemétricas confirmaram que o aparelhamento científico e de medição da estação continua funcionando normalmente.

A sessão seguinte de transmissão de dados da estação terá lugar a 18 de outubro, das 11 às 12 horas (hora de Moscou).

18 de outubro, 19 horas 50 minutos

A 18 de outubro, às 19 horas 50 minutos, a estação automática interplanetária terminou sua primeira volta em redor da Terra. Nela se realizaram investigações científicas do espaço cósmico, nas circunjacências da Terra e da Lua. Ao ser feita a volta à Lua, foi fotografada a face oposta desta, invisível da Terra.

Os dados das medições científicas e as fotografias estão sendo elaborados. Os resultados serão publicados. Terminada sua primeira volta e tornando a afastar-se da Terra, a estação automática não

será observável, durante cêrca de 2 dias, do território da União Soviética.

A próxima sessão de ligação com a estação terá lugar a 21 de outubro, das 15 às 16 horas (hora de Moscou). Nesse momento, a estação estará a 327 000 quilômetros de distância da Terra, achando-se sôbre o ponto da superfície terrestre de coordenadas 38 graus de longitude Leste, 23 graus de latitude Sul.

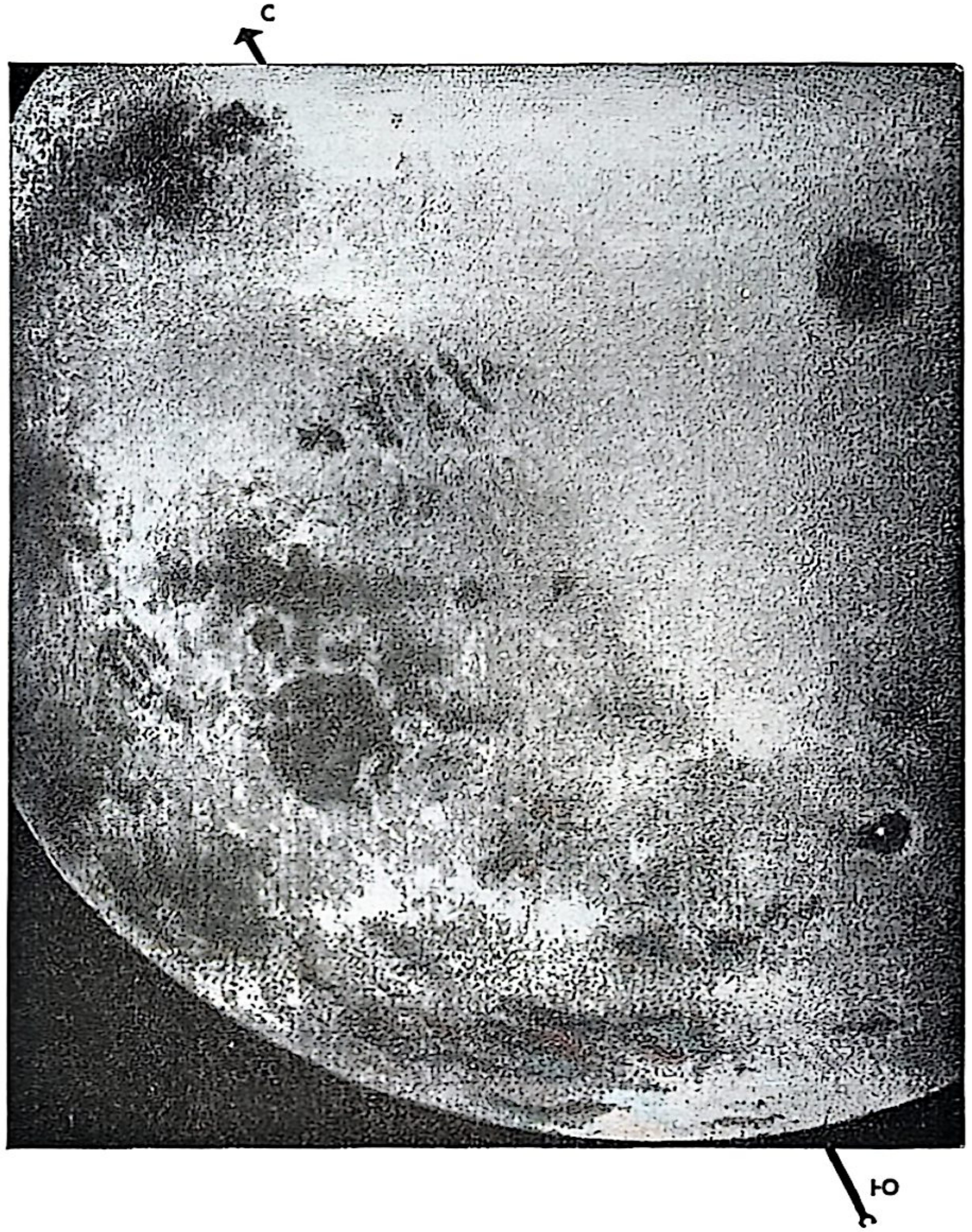
21 de outubro, 20 horas

Prosseguindo em seu movimento, às 20 horas (hora de Moscou) de 21 de outubro, a estação automática interplanetária encontrava-se sôbre o ponto da superfície da Terra de coordenadas 37 graus de longitude Oeste, 21 graus de latitude Sul, na região da cidade do Rio de Janeiro. A distância da estação à Terra era, no momento, de 342 000 quilômetros, e sua velocidade, de 0,89 quilômetros por segundo.

Teve lugar, como previsto, a sessão de transmissão da estação. A sessão seguinte será a 26 de outubro, das 15 às 16 horas (hora de Moscou). A essa hora a estação encontrar-se-á à distância máxima da Terra, isto é, a 483 000 quilômetros desta. As coordenadas equatoriais da estação, no início da próxima sessão, serão: declinação mais 2 graus, ascensão reta 16 horas 45 minutos.

Como se fotografou a Lua

De acôrdo com o programa estabelecido de investigações científicas, no dia 7 de outubro, às 06 horas 30 minutos (hora de Moscou), foram ligados, a bordo da estação automática interplanetária, os



Fotografia, em grande escala, de parte da face da Lua invisível da Terra, feita de bordo da Estação Automática Interplanetária.

aparelhos nela instalados com o fim de obter imagens da parte da Lua invisível da Terra.

Com o objetivo de fotografar a Lua, a estação foi provida de um sistema de orientação e de aparelhos de fototelevisão dotados de dispositivos especiais para a revelação automática da película fotográfica.

O tempo durante o qual se tiraram as fotografias foi escolhido de modo que a estação se encontrasse entre a Lua e o Sol. Êste iluminava quase 70 % da face invisível da Lua. A estação achava-se, então, a uma distância de 60 000 a 70 000 quilômetros da superfície lunar.

Pôsto em funcionamento por um sinal especial, o sistema de orientação girou a estação, de maneira que as objetivas do aparelhamento fotográfico ficassem orientadas para o reverso da Lua, e deu, em seguida, o sinal para que começassem a trabalhar as máquinas fotográficas.

A tomada de vistas fotográficas da Lua durou cêrca de 40 minutos, sendo obtida considerável quantidade de fotografias em duas escalas diferentes.

O tratamento das películas fotográficas (revelação e fixação) foi realizado automàticamente a bordo da estação interplanetária.

A transmissão das imagens fotográficas da Lua para a Terra foi efetuada por meio do sistema radiotécnico especial destinado a assegurar a transmissão simultânea dos dados das medições científicas, a determinação dos parâmetros da órbita, e também a transmissão, da Terra para a estação, das ordens que dirigem o funcionamento desta última. O aparelhamento de televisão assegurou a transmissão da imagem de meios tons obtida, com grande poder resolutivo.

Para dar designações às crateras, cordilheiras e demais acidentes da face invisível da Lua, a Academia de Ciências da URSS designou uma comissão *.

A bordo da estação automática interplanetária foram instalados também aparelhos destinados à realização de investigações no espaço interplanetário. Os resultados proporcionados pelas investigações foram registrados em fitas pelas estações terrestres e estão sendo estudados.

O funcionamento da estação automática interplanetária, na primeira volta desta em sua órbita, mostra que:

— se conseguiu realizar com êxito o vôo de um corpo cósmico segundo uma órbita complexa prèviamente calculada;

— se resolveu o problema da orientação dêsse corpo no espaço **;

— se conseguiu, a distâncias cósmicas, manter comunicações radiotelemétricas e realizar a transmissão de imagens por televisão;

— se obteve a imagem da face posterior da Lua, até então inacessível a investigações; e ainda uma série de outros resultados científicos.

* Essa Comissão deu a público um comunicado, com data de 26 de outubro de 1959, no qual se diz notadamente o seguinte: "A Comissão da Academia de Ciências da URSS, reunida sob a presidência de A. Mikháilov, membro correspondente da Academia, e uma vez examinados os materiais fotográficos de investigação obtidos de bordo da estação automática interplanetária, aprovou as denominações a serem dadas aos acidentes determinados com precisão na face lunar invisível da Terra." (Nota do tradutor)

** Trata-se, aqui, do giro comandado automático da estação em tôrno do seu centro de gravidade, giro por meio do qual as máquinas fotográficas puderam ser assestadas na direção da Lua e assim mantidas durante quarenta minutos, apesar dos movimentos de translação da Lua e da estação em suas órbitas respectivas. (Nota do tradutor)

O precisamento das características da órbita da estação interplanetária mostra que esta durará aproximadamente seis meses, a contar do momento de seu lançamento, e que, nesse prazo, dará 11 ou 12 voltas em tôrno da Terra. Transcorrido êsse período de tempo, a estação penetrará nas camadas densas da atmosfera e aí se queimará.

A estação interplanetária

Texto publicado na PRAVDA de 27 de outubro de 1959

A 4 de outubro de 1959, efetuou-se na União Soviética, com êxito, o lançamento do terceiro foguete cósmico. Com êle tinha-se em vista solucionar uma série de problemas na investigação do espaço cósmico. O mais importante dentre êles era conseguir a representação fotográfica da superfície da Lua. Apresentava particular interêsse científico, com efeito, fotografar a parte dessa superfície que, em conseqüência das peculiaridades do movimento da Lua, é inacessível aos observadores terrestres, e, ainda, fotografar parte da superfície lunar que é visível da Terra sob ângulo tão reduzido que não pode ser estudada com precisão.

Para a pesquisa minuciosa do espaço cósmico e a obtenção da imagem fotográfica da Lua, foi criada uma estação automática interplanetária que, por meio de um foguete multiestágio, foi colocada numa órbita circundante da Lua. Exatamente de acôrdo com os cálculos feitos, a estação interplanetária passou a uma distância de alguns milhares de quilômetros da Lua e, em conseqüência da atração desta, foi mudada a direção do movimento, o que permitiu obter-se uma trajetória de vôo conveniente tanto para fotografar a face da Lua que é invisível da

Terra, como para transmitir a esta a informação científica obtida.

Para efetuar o lançamento do terceiro foguete cósmico e colocar na órbita prevista a estação interplanetária, era necessário resolver uma série de novos problemas científicos e técnicos muito complicados. O foguete multiestágio utilizado para colocar a estação em órbita distinguia-se pela elevada perfeição de sua construção e por ser dotado de potentes motores, acionados por combustível de elevado teor calorífico. O sistema de direção do foguete no setor de projeção assegurou, com grande rigor, a observância dos parâmetros previstos do movimento do foguete.

As investigações realizadas por meio da estação automática permitiram obter considerável quantidade de materiais, que estão sendo elaborados. **São de enorme interêsse científico as fotografias obtidas da face da Lua invisível da Terra. Pela primeira vez na história, conseguiu-se deitar a vista sôbre a parte da superfície lunar que não pode ser observada da Terra.**

O lançamento da estação automática interplanetária é testemunho do elevado nível de desenvolvimento da ciência e da técnica soviéticas.

Estrutura da estação automática interplanetária

A estação automática interplanetária é um aparelho volante cósmico dotado de um complexo conjunto de instrumentos radiotécnicos, de fototelevisão e científicos, de um sistema especial de orientação, de dispositivos para a direção programada do funcionamento do aparelhamento de bordo, de um sistema de regulação automática do regime térmico no interior da estação, e de fontes de alimentação energética.

O sistema radiotécnico especial assegura a medição dos parâmetros da órbita da estação, a transmissão para a Terra da informação telemétrica e científica e a transmissão, da Terra, das ordens para o funcionamento dos aparelhos instalados a bordo da estação.

O sistema de orientação assegurou a orientação da estação interplanetária, no espaço cósmico, relativamente ao Sol e à Lua, de modo a permitir que fôsse fotografada a face invisível desta última.

O acionamento dos aparelhos instalados a bordo da estação efetua-se de postos situados na Terra, através de radiocanais, e também mediante dispositivos autônomos programados montados a bordo. Êsse sistema combinado proporciona a possibilidade de dirigir da maneira mais conveniente a execução das experiências científicas e de obter informações desde qualquer ponto da órbita que esteja em condições de radiovisibilidade em relação aos postos terrestres de observação.

Para manter o regime térmico projetado, funciona continuamente, no interior da estação, um sistema automático de regulação térmica. Êle assegura, através de uma superfície em forma de radiador especial, a derivação, para o espaço cósmico circunjacente, do calor desprendido pelos aparelhos de bordo. Para regular o escoamento do calor, foram montadas, do lado de fora do corpo da estação, venezianas que vão pondo a descoberto a superfície radiadora à proporção que a temperatura no interior da estação se aproxima de 25 graus.

O sistema de alimentação energética é constituído de conjuntos autônomos de fontes químicas de energia, que asseguram a alimentação dos aparelhos que funcionam a breves intervalos, assim como de um conjunto centralizado, constituído de uma bateria química amortecedora. A compensação do con-

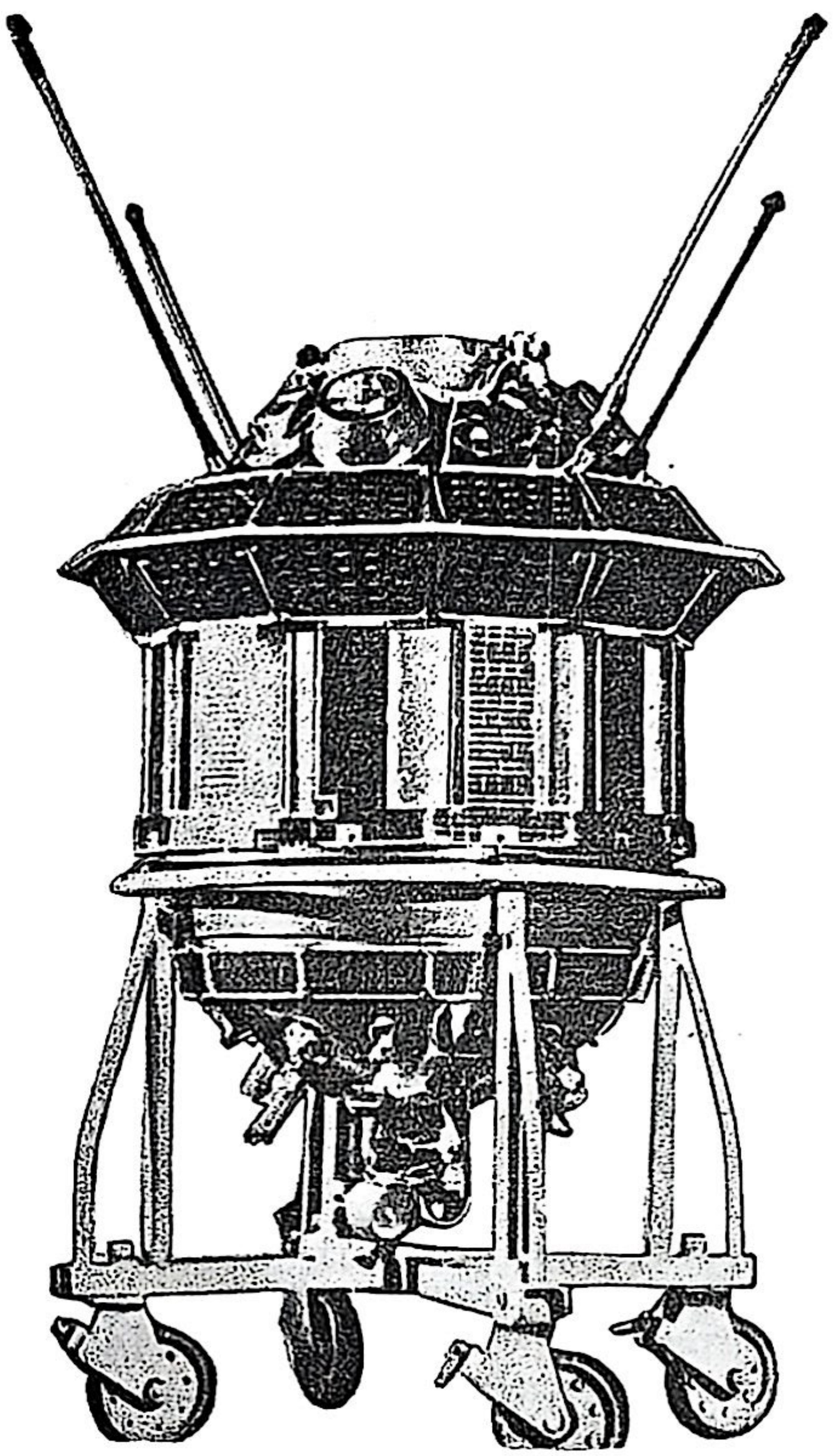
sumo de energia da bateria amortecedora é feita pelas fontes solares de energia. A alimentação dos aparelhos de bordo faz-se por meio de dispositivos transformadores e estabilizadores.

O conjunto de aparelhos científicos instalados a bordo da estação assegura o prosseguimento das investigações do espaço cósmico, em particular na vizinhança da Lua, iniciadas com os dois primeiros foguetes cósmicos.

A estação automática interplanetária é uma cápsula de paredes finas, fechada hermèticamente, e tem a forma de um cilindro com tampas semi-esféricas. Sua dimensão máxima transversal é de 1 200 milímetros e seu comprimento atinge 1 300 milímetros (sem as antenas). No interior da cápsula estão montados, num berço, os aparelhos de bordo e as fontes químicas de alimentação. Do lado de fora ficam uma parte dos aparelhos científicos, as antenas e o conjunto de baterias solares. Na tampa superior há uma janelinha com obturador, que é aberta automàticamente antes de iniciar-se a tomada de fotografias. Nas tampas superior e inferior estão as minúsculas janelinhas dos registradores óticos do sistema de orientação. Na parte interna da tampa inferior estão montados os motores que dirigem o sistema de orientação.

Para tirar as fotografias, foi considerado mais conveniente o critério de assestar as máquinas fotográficas sôbre a Lua mediante o giro de tôda a estação. O sistema de orientação instalado a bordo efetuou êsse giro e manteve, em seguida, a estação automática na direção necessária.

O sistema de orientação foi ligado, depois de ultrapassado o ponto de aproximação máxima em relação à Lua, no momento em que a estação se encontrava, quanto ao Sol e à Lua, numa posição prèviamente estabelecida, que satisfazia as condições



Réplica da Estação Automática Interplanetária (EAI), sôbre um suporte móvel, para exposição.

necessárias para a orientação da estação e a tomada de fotografias. A distância da estação à Lua, nesse momento, segundo os cálculos feitos, era de 60 000 a 70 000 quilômetros.

Ao começar a funcionar o sistema de orientação, constituído de dispositivos óticos, giroscópicos e eletrônicos, assim como dos motores por êles acionados, cessou, antes de mais nada, a rotação arbitrária da estação automática em tôrno do próprio centro de gravidade, rotação surgida no momento, em que a estação foi ejetada do último estágio do foguete-portador.

A estação interplanetária é iluminada por três brilhantes astros: o Sol, a Lua e a Terra. A trajetória do movimento foi escolhida de modo que, no momento de serem tiradas as fotografias, a estação estivesse aproximadamente sôbre a reta entre o Sol e a Lua. A Terra, nessa ocasião, deveria achar-se fora da direção dessa reta, para que fosse evitada a orientação para ela em vez de para a Lua.

A posição, que acabamos de indicar, da estação relativamente aos três astros no momento em que deveria iniciar-se a orientação, permitiu o emprêgo do procedimento seguinte: primeiro, por meio dos registradores solares, a tampa inferior foi orientada no sentido do Sol, de modo que os eixos óticos das máquinas fotográficas orientaram-se em sentido oposto, isto é, na direção geral da Lua. Em seguida, o dispositivo ótico que ficou voltado para o lado da Lua desligou o dispositivo que comandara a orientação em relação ao Sol e promoveu a ajustagem da orientação para a Lua. Ao sinal, dado por aquêle dispositivo, de que a Lua estava «presente» em seu campo visual, começou a tomada automática de fotografias. Durante todo o tempo em que trabalharam as máquinas fotográficas, o sistema de

orientação assegurou o assestamento exato da estação na direção da Lua.

Feitas tôdas as fotografias, o sistema de orientação foi desligado. No próprio momento em que isso aconteceu, foi comunicada à estação uma rotação segundo determinada velocidade angular, escolhida de forma que, de um lado, fôsse melhorado o regime térmico e, de outro, excluida a influência nociva que uma rotação mais elevada poderia causar sôbre o funcionamento dos aparelhos científicos.

O vôo da estação interplanetária

A órbita da estação automática interplanetária adapta-se, de modo especial, à solução do conjunto dos problemas científicos a enfrentar. Para tornar realidade a órbita prevista, além de assegurar-se a velocidade e a direção necessárias do movimento da estação no momento de desligar-se o motor do último estágio do foguete, aproveitou-se também a influência da atração da Lua.

A trajetória do vôo por trás da Lua devia satisfazer uma série de exigências. Para garantir o funcionamento correto do sistema de orientação durante o tempo em que se tirassem as fotografias, era necessário, como se disse mais acima, que no momento do início da orientação, a Lua, a estação e o Sol estivessem dispostos aproximadamente em linha reta.

O caráter da trajetória deveria permitir a obtenção da quantidade máxima de informações na primeira volta da estação em sua órbita, especialmente quando esta se encontrasse a pequena distância da superfície da Terra. Para cumprir essa exigência, era necessário assegurar-se as melhores condições possíveis de radiocomunicação com a es-

tação interplanetária, desde postos situados no território da União Soviética.

No interêsse da investigação científica, era também muito desejável conseguir uma trajetória que assegurasse o movimento da estação interplanetária no Cosmos durante um tempo bastante prolongado.

A volta por detrás da Lua e o regresso em direção à Terra podem efetuar-se segundo trajetórias de diversos tipos. Para conseguir-se essas trajetórias, a velocidade no fim do setor de projeção deve ser algo menor que a chamada segunda velocidade cósmica ou velocidade parabólica, igual, na superfície da Terra, a 11,2 quilômetros por segundo. Se a trajetória de vôo passa a uma distância de várias dezenas de milhares de quilômetros da Lua, a influência desta sôbre o movel é pequena, e o movimento em relação à Terra se fará segundo uma trajetória aproximadamente elítica, com foco no centro da Terra.

Entretanto, as trajetórias de contôrno por longe da Lua, em que a aproximação máxima em relação a esta é da ordem de várias dezenas de milhares de quilômetros, apresentam uma série de defeitos essenciais. No vôo a grandes distâncias da Lua, torna-se impossível a investigação direta do espaço cósmico nas proximidades imediatas dela. Além disso, se o lançamento do foguete é feito do hemisfério boreal da Terra, o regresso a esta se fará necessàriamente pelo hemisfério austral, o que dificulta a observação e a recepção da informação científica por parte das estações terrestres situadas no hemisfério boreal. O movimento nas proximidades da Terra, quando do regresso, produz-se fora dos limites de radiovisibilidade do hemisfério boreal e por isso torna-se impossível a recepção da informação sôbre os resultados das observações científicas feitas a bordo. Finalmente, ao regressar à Terra o foguete

entra nas camadas densas da atmosfera e se queima, isto é, o vôo termina ao fim da primeira volta na órbita.

Êsses defeitos podem ser evitados se se empregam, para dar a volta por trás da Lua, trajetórias de outro tipo, que passem a pequena distância dela, isto é, a uma distância da ordem de alguns milhares de quilômetros.

A trajetória do vôo da estação automática interplanetária passou a uma distância mínima de 7 900 quilômetros do centro da Lua e foi escolhida tendo-se em conta que, no momento de maior aproximação, a estação se encontrasse ao sul da Lua. Assim, em consequência da atração lunar, a trajetória da estação automática, de acôrdo com o calculado, desviou-se para o norte. O desvio foi tão substancial que o regresso da estação à Terra se efetuou pelo hemisfério boreal. De tal modo, em seguida ao afastamento mínimo em relação à Lua, a altura máxima da estação acima do horizonte, para os postos de observação situados no hemisfério boreal, foi aumentando de dia para dia. Aumentaram correspondentemente, também, os intervalos de tempo durante os quais era possível a ligação direta com a estação automática. A partir de certo ponto, em seu movimento de volta em direção à Terra, a estação pôde passar a ser observada, no hemisfério boreal, como um astro que não se põe.

As condições para a recepção da informação de bordo, ao aproximar-se a estação da Terra, e as condições para a realização de investigações científicas no setor de regresso da trajetória, nas proximidades imediatas da Terra, mostraram-se bastante favoráveis. Ao voltar em direção ao nosso planêta, na primeira volta, a estação não entrou na atmosfera nem se consumiu, e sim passou a uma distância de 47 500 quilômetros do centro da Terra, moven-

do-se numa órbita alongada de enormes dimensões, semelhante a uma elipse. O afastamento máximo da estação relativamente à Terra foi de 480 000 quilômetros.

É assim possível, com a passagem por perto da Lua, obter trajetórias da estação automática extraordinàriamente interessantes e valiosos do ponto-de-vista da realização de investigações científicas e da recepção da informação científica colhida.

O vôo da estação interplanetária nas proximidades da Terra processa-se a distâncias tão grandes de sua superfície, que não existe freiamento em conseqüência da resistência oferecida pela atmosfera, como seria o caso se se tratasse de distâncias pequenas. De tal modo, se o movimento se produzisse apenas sob a influência da fôrça de atração da Terra, a estação automática se transformaria num satélite desta última, com um tempo de existência ilimitado.

Êsse tempo, entretanto, é na realidade limitado. Devido à influência da atração do Sol, a distância mais próxima da órbita à Terra, — a altitude do perigeu orbital, — diminui paulatinamente. Por isso a estação, depois de dar certo número de voltas, ao efetuar o vôo de regresso à Terra entrará no seu devido tempo nas camadas densas da atmosfera e se consumirá.

A amplitude da perda de altitude do perigeu, durante uma volta na órbita, depende das dimensões desta e, em particular, da altitude do apogeu, — isto é, da distância máxima da órbita à Terra —, crescendo bruscamente ao aumentar aquela altitude.

Por êsse motivo, ao escolher a trajetória da estação interplanetária, foi necessário zelar para que essa altitude fôsse a menor possível, não ultrapassando de muito a distância entre a Terra e a Lua. Era necessário, igualmente, que a altitude do perigeu na primeira volta fôsse a maior possível.

Da medida em que se cumprissem essas duas exigências dependiam o número total de translações da estação em tôrno da Terra e o seu tempo de existência.

A influência da Lua não se limita ao efeito produzido durante a primeira aproximação máxima da estação relativamente a ela. Mas a alteração ulterior promovida na órbita pela atração lunar não tem caráter tão regular como a originada pela atração do Sol e depende, em grande medida, do período de translação da estação em tôrno da Terra. A influência da Lua pode ser considerável se, numa das voltas subseqüentes da estação, se verifica uma segunda aproximação muito acentuada em relação à Lua. Nesse caso, a aproximação se daria mais ou menos no mesmo lugar da órbita da Lua que da primeira vez. Se a estação interplanetária passa perto da Lua pelo sul desta, — isto é, se a segunda aproximação máxima é do mesmo tipo que a primeira —, então aumentará de muito o número de voltas a ser dado pela estação, assim como o tempo de existência desta, sendo mantidas as propriedades fundamentais de sua trajetória, em particular a aproximação à Terra pelo hemisfério boreal. Se, entretanto, a segunda passagem muito próxima à Lua se der pelo norte desta, a altitude do perigeu da órbita da estação diminuirá e, no caso de alteração bastante forte, pode produzir-se uma colisão com a Terra no regresso da estação.

Mesmo nas voltas da órbita em que não se produz aproximação acentuada em relação à Lua, esta exerce certa influência sôbre o movimento da estação. Embora a fôrça de atração lunar, nesse caso, seja muito pequena, a acumulação de sua influência num número considerável de voltas acarreta sensível diminuição da altitude do perigeu e do prazo de permanência da estação em órbita.

O quadro do movimento da estação interplanetária sob a influência das fôrças de atração da Terra, da Lua e do Sol, que agem simultâneamente, é muito complicado. As características da passagem da estação por perto da Lua, na primeira aproximação em relação a esta, têm importância decisiva no movimento ulterior da estação.

Como todo o vôo da estação é determinado, em última análise, pelos parâmetros do movimento no fim do setor de projeção (fundamentalmente pela grandeza e direção da velocidade), — pois a partir daí não é possível promover nenhuma correção da trajetória —, é claro que a realização da trajetória anteriormente descrita só é possível se se dispõe de um sistema extraordinàriamente aperfeiçoado de direção do foguete-portador no setor de projeção.

Consideremos o plano ideal que passa pelo centro da Lua, perpendicularmente à reta Terra-Lua. E admitamos que a trajetória da estação sofra um desvio de mil quilômetros em relação ao ponto em que, segundo a previsão feita, ela deveria furar aquêle plano ideal. Os cálculos demonstraram que, em tal caso, a distância mínima entre a Terra e a estação, quando do regresso desta, sofrerá uma alteração de 5 000 a 10 000 quilômetros, e que o momento dessa aproximação mínima será alterado de 10 a 14 horas.

Para que a alteração máxima da menor distância entre a Terra e a estação não ultrapasse 20 000 quilômetros, é necessário conseguir que a direção do foguete no setor de projeção seja tão precisa que assegure um desvio não maior que 3 000 quilômetros em relação ao ponto de interseção da trajetória com o plano ideal acima referido. À primeira vista, essa condição exigida do sistema de direção parece mais fácil de satisfazer que a imposta pela tarefa anterior de acertar na Lua, já que nesse

caso o desvio máximo em relação ao ponto a atingir do plano ideal (o centro do disco lunar — N. do T.) não deve ultrapassar o comprimento do raio da Lua, ou seja, não deve passar da metade de 3 000 quilômetros. Entretanto, no caso do movimento da estação segundo uma trajetória envolvente da Lua, os erros no setor de projeção do foguete influem sôbre o desvio do ponto de interseção da trajetória com o plano ideal em grau consideràvelmente maior do que na variante de acertar na Lua, realizada pelo segundo foguete cósmico.

De fato, como foi já divulgado, o desvio de um metro por segundo na velocidade de translação do foguete ao ter início o setor de vôo livre, — quando se trata da variante de acertar na Lua —, produz um desvio de 250 km do ponto de interseção da trajetória com o plano ideal, em relação ao ponto previsto. Já no caso da variante de lançamento para contôrno da Lua, o desvio resultante será de 750 quilômetros, ou seja, três vêzes maior. À simples comparação destas cifras vê-se que a execução da variante prevista, de trajetória envolvente, apresenta exigências não menores, mas mesmo maiores, no que respeita à precisão do sistema de direção do foguete, do que a variante de acertar na Lua.

Como já se disse, ao passar a estação interplanetária por perto da Lua, sua trajetória experimenta forte perturbação, que leva a modificar-se a direção preexistente do movimento, proporcionando o regresso da estação à Terra pelo hemisfério boreal. Essa ação perturbadora da Lua também aumenta consideràvelmente a influência dos desvios dos parâmetros do vôo no fim do setor de projeção (em relação a seus valores previstos) sôbre o caráter do movimento da estação ao regressar à Terra após o contornamento da Lua. Por isso, mesmo pequenos erros na observância dos parâmetros previstos

conduzem a erros muito grandes, no movimento de regresso da estação à Terra, em relação aos valores calculados das características dêsse movimento.

Ao mesmo tempo, para efetuar-se uma radiocomunicação segura da estação interplanetária com os postos de observação terrestres, é necessário conhecer de modo bastante preciso a variação que as características do movimento da estação vão sofrendo com o transcorrer do tempo. Isso é necessário para realizar com a devida precisão o cálculo de indicações úteis aos postos de medição e para determinar os momentos oportunos de pôr em funcionamento os radiotransmissores de bordo. Essa circunstância exige a medição sistemática da trajetória da estação interplanetária, a elaboração dos dados obtidos e a aferição das características do movimento da estação tanto antes de aproximar-se da Lua como depois de tê-la contornado. A influência do Sol e da Lua na evolução da órbita da estação exige igualmente a medição constante e o precisamento das características do movimento desta.

As circunstâncias expostas impõem severas exigências ao trabalho do conjunto terrestre de medições automáticas, que tem a finalidade de medir os parâmetros da trajetória da estação, fazer o prognóstico do seu movimento, calcular as indicações para os postos de medição e observação, determinar os momentos em que devem ser ligados os radiotransmissores de bordo da estação durante todo o vôo em tôrno da Terra.

Do conjunto terrestre de medições fazem parte a estação radiotécnica de medição das distâncias, dos parâmetros angulares e da velocidade radial da estação; estações receptoras de informação telemétrica; e linhas de ligação automáticas dos postos de medição com o centro de coordenação e de cálculo, que, por sua vez, está ligado com os postos terrestres

que dão os sinais para o funcionamento dos radiotransmissores de bordo.

A escolha da hora e da duração das radiocomunicações de bordo da estação para a Terra é estabelecida levando em conta, além das condições de radiovisibilidade, condições que assegurem a acumulação da informação necessária para a aferição das características e do prognóstico do movimento da estação, assim como as condições impostas pela necessidade de manter o equilíbrio energético no aparelhamento de bordo.

A elaboração preliminar dos resultados das medições da trajetória mostra que a estação automática interplanetária continuará em movimento em sua órbita até abril de 1960, dando até então de 11 a 12 voltas em tôrno da Terra.

Fotografia e transmissão da imagem

Ao elaborar-se o sistema de meios para, da estação automática interplanetária, fotografar a face invisível da Lua e transmitir-lhe a imágem para a Terra, solucionou-se corretamente a tarefa de criar um sistema fototelevisor que proporcionasse uma boa imagem de meio tom e que a transmitisse a uma distância da ordem de centenas de milhares de quilômetros.

Ao mesmo tempo resolveu-se uma série de complexos problemas técnico-científicos.

Enquanto foram tiradas as fotografias, o sistema de orientação fêz com que a estação automática se mantivesse numa posição em que o disco lunar ficasse focalizado pelas objetivas das máquinas fotográficas de bordo.

As características de construção do aparelhamento de fototelevisão asseguraram o seu funcionamento nas complexas condições do vôo cósmico;

os materiais fotográficos mantiveram-se intactos sob a ação perniciosa das irradiações cósmicas; e funcionaram normalmente o conjunto revelador dêsses materiais e os demais conjuntos do aparelhamento, em estado de imponderabilidade.

Dada a enorme distância a que devia ser transmitida a imagem e a pequena potência do radiotransmissor de bordo, a transmissão da imagem foi feita a uma velocidade dezenas de milhares de vêzes menor que a da transmissão das estações de televisão comuns.

Ao tirarem-se as primeiras fotografias da face oposta da Lua era conveniente apanhar a maior parte possível de sua superfície desconhecida. Isso implicava na necessidade de fotografar o disco quando estivesse totalmente iluminado, caso em que o contraste é sempre considerávelmente menor do que com a iluminação lateral, que forma sombras dos acidentes do relevo. Para lograr a melhor transmissão da fotografia de pouco constraste, empregou-se no aparelhamento fatotelevisor a regulagem automática da luminosidade do tubo radioscópico.

Para o funcionamento seguro, sem regulagem, do sistema de aparelhos em regimes variáveis, empregaram-se os princípios dos circuitos de auto-regulação. A coordenação e o comando do funcionamento de todos os estágios, inclusive dos circuitos eletrônicos e dos dispositivos óticos, mecânicos e fotoquímicos, foram realizados por um sistema especial automático programado.

O sistema de aparelhos fototelevisores instalados na estação espacial consta dos dispositivos principais seguintes: um aparelhamento fotográfico de duas objetivas de distâncias focais de 200 e 500 milímetros, por meio das quais tiraram-se fotografias simultâneas em duas escalas diferentes. A objetiva

de 200 milímetros dava uma imagem do disco lunar totalmente enquadrada na fotografia. A imagem em grande escala, proporcionada pela objetiva de 500 milímetros, ultrapassa os limites da chapa fotográfica, dando uma representação mais minuciosa de partes do disco lunar.

As fotografias foram feitas com mudança automática dos tempos de exposição, a fim de obterem-se negativos com o contraste mais conveniente, e o trabalho prolongou-se por quase 40 minutos, durante os quais a face invisível da Lua foi fotografada repetidamente.

As fotografias começaram a ser tiradas a um sinal de comando, dado quando as objetivas ficaram enquadrando a Lua. Todo o processo ulterior de operação fotográfica e de tratamento da película efetuou-se automàticamente, de acôrdo com o programa dado. A fotografia foi feita em película especial de 35 milímetros apta a resistir à revelação em temperatura elevada.

Para evitar que a película se velasse sob o efeito da irradiação cósmica, idealizou-se uma proteção especial, elaborada à base das investigações feitas por meio dos satélites artificiais e dos foguetes cósmicos soviéticos.

Uma vez tiradas as fotografias, a película passou ao pequeno dispositivo automático de revelação, em que foi revelada e fixada.

Para o tratamento químico foi empregado um processo especial que impedia maior influência da temperatura sôbre as características do negativo. Adotaram-se as medidas necessárias para que o processo de revelação não fôsse perturbado pelas condições de imponderabilidade. Depois de revelada e fixada, a película foi secada e livrada de tôda umidade, assegurando-se, assim, a sua conservação por tempo prolongado. Uma vez finalizado o trata-

mento da película, ela passou para um carretel especial, ficando pronta para ser televisionada.

A película foi prèviamente impressionada com sinais experimentais, parte dos quais foram revelados ainda na Terra. A outra parte foi revelada a bordo da estação, no processo de tratamento químico das chapas impressionadas com a imagem da face oculta da Lua. Êsses sinais foram transmitidos para a Terra e permitiram verificar os processos de impressão, revelação e transmissão da imagem.

Para transformar a imagem do negativo em sinais elétricos foram utilizados um tubo catódico radioscópico de pequenas dimensões e de alto poder resolutivo e um amplificador fotoeletrônico de grande estabilidade.

A transmissão da imagem para a Terra foi feita de forma análoga à empregada na transmissão de películas pelas estações de televisão.

Para o desvio do raio do tubo catódico, empregaram-se dispositivos defletores de baixa freqüência econômicos. A amplificação e formação dos sinais da imagem foi realizada por um amplificador estabilizado de linhas finas criado especialmente, provido de um dispositivo de compensação automática da influência da variação de densidade média do negativo sôbre o sinal emitido. Todos os circuitos foram montados fundamentalmente à base de transistores.

Previu-se a transmissão da imagem em dois regimes: a transmissão lenta, para grandes distâncias; e a rápida, para distâncias próximas durante o vôo de volta à Terra.

O sistema de televisão permitiu, em função das condições da transmissão, variar o número de linhas em que a imagem era decomposta. O número máximo de linhas, numa chapa, chegou a ser de 1 000.

Para a sincronização dos dispositivos defletores de transmissão e de recepção, empregou-se um método que assegura alta resistência às interferências e bom funcionamentos dos aparelhos.

As imagens da Lua foram transmitidas da estação interplanetária pelo canal das radiocomunicações que ao mesmo tempo servia para a medição dos parâmetros da trajetória da própria estação, — a saber: distância, velocidade e coordenadas angulares —, e para a transmissão de resultados das experiências científicas por meio dos aparelhos telemétricos. O ligar e o desligar dos diferentes aparelhos instalados na estação, assim como a variação no regime de seu funcionamento, foram efetuados mediante a transmissão, da Terra para bordo, de ordens especiais através do radiocanal referido.

A transmissão das imagens da Lua e tôdas as demais funções do canal de radiocomunicação da estação com a Terra realizaram-se por meio da emissão contínua de ondas de rádio (diferentemente da irradiação de impulsos empregada antes em vários casos). Essa coordenação das funções em um canal único de radiocomunicação, que realiza irradiações periódicas, foi levada a efeito pela primeira vez, permitindo assegurar uma boa radiocomunicação até nas distâncias máximas com o mínimo de consumo de energia a bordo.

A linha de radiocomunicação com a estação consta de duas partes: o canal **Terra-Estação** e o canal **Estação-Terra,** que abrangem dispositivos de comando, potentes radiotransmissores, dispositivos receptores e registradores de alta sensibilidade, sistemas de antenas dispostos nas estações de radiocomunicação terrestres, assim como de dispositivos transmissores e receptores e de antenas instalados na estação interplanetária. Além disso, foram instalados

a bordo da estação dispositivos radiotécnicos de comando à distância e programado.

Todo o sistema de aparelhos da linha de radiocomunicações, tanto a bordo da estação como nos postos terrestres, era duplo, a fim de tornar mais seguras as comunicações. Em caso de defeito de um dos instrumentos radiotécnicos de bordo ou do esgotamento das suas possibilidades de funcionamento, êle pode ser substituído pelo instrumento de reserva mediante um sinal de comando adequado, dado do pôsto de comando terrestre.

O televisionamento das imagens da Lua foi realizado por meio de sinais de comando enviados da Terra. Foi mediante êsses sinais que foi ligada a energia ao aparelhamento de televisão de bordo, foi posta em movimento a película e se ligou o aparelhamento de televisão aos transmissores de bordo. Como resultado de tudo isso, cumpriu-se na Terra a lei da variação da luminosidade longitudinal em que a imagem é decomposta.

A informação científica total transmitida pela linha de radiocomunicação, inclusive as chapas com as imagens da Lua, superou em muito tôda a informação transmitida pelos dois primeiros foguetes cósmicos soviéticos.

Para a transmissão segura da informação referida, ante a presença de um nível elevado de ruídos da irradiação cósmica, empregou-se um método eficaz de radiocomunicação, que permitiu um consumo mínimo da energia das fontes de alimentação instaladas a bordo.

Tendo em vista economizar energia elétrica, a potência dos radiotransmissores de bordo foi fixada em uns quantos watts. No instrumental de recepção e de transmissão de bordo empregaram-se transistores e outros elementos e materiais modernos. Concedeu-se especial atenção à necessidade de conseguir o mínimo de volume e de pêso dos aparelhos.

Pode-se ter uma idéia das dificuldades implicadas em assegurar uma boa radiocomunicação com a estação interplanetária, se se calcula a fração que, da potência de irradiação, determinada pela relação bordo, chega ao dispositivo de recepção terrestre.

A fim de que a comunicação com a estação não seja interrompida pelo movimento de rotação desta, suas antenas emitem periòdicamente os radio-sinais em tôdas as direções, de modo que a potência de irradiação por unidade de superfície é igual em tôda parte duma esfera imaginária que tenha como centro a estação interplanetária.

À antena receptora terrestre chega uma fração da potência de irradiação, determinada pela relação existente entre a superfície efetiva da antena terrestre e a superfície de uma esfera ideal de raio equivalente à distância entre a estação interplanetária e o pôsto de recepção. Por essa razão, para captar os sinais procedentes da estação utilizam-se grandes antenas receptoras.

Mesmo nesse caso, porém, quando a estação se distancia ao máximo da Terra, a fração captada da potência de irradiação do transmissor de bordo é cem milhões de vêzes menor que a potência média captada por um receptor de televisão comum. Para a recepção de sinais tão fracos são necessários dispositivos receptores muito sensíveis, de baixo nível de ruídos de saída.

Os ruídos parasitas de saída do aparelho receptor terrestre são constituídos pelos ruídos da irradiação cósmica captados pela antena e pelos próprios ruídos do receptor, que foram reduzidos ao mínimo graças à adoção de uma série de medidas especiais. Em geral, a redução do nível dos ruídos liga-se à diminuição na velocidade de transmissão da informação.

Em relação com o que acaba de ser exposto, nas linhas de radiocomunicação empregaram-se também métodos de preparo e emissão de sinais, — tanto a bordo da estação como nos postos terrestres —, por meio dos quais se rebaixa ao máximo o nível dos ruídos e se mantém uma velocidade aceitável de transmissão.

A economia no uso das fontes de alimentação instaladas a bordo da estação, a existência de linhas de radiotransmissão de irradiação periódica e funções simultâneas, o emprêgo na Terra de antenas receptoras especiais e de dispositivos de captação de alta sensibilidade, a aplicação de métodos especiais de elaboração e transmissão de sinais, — tudo isso permitiu assegurar a boa comunicação pelo rádio com a estação automática interplanetária, assim como o funcionamento perfeito do radiocanal de comando, a impressão metódica da imagem da Lua e a informação científica telemétrica.

Os sinais da imagem televisionada, captados pelos postos de recepção terrestres, foram registrados por diversos aparelhos, o que garantiu a provisão necessária de material, permitiu controlar a marcha das transmissões e excluir as alterações específicas provocadas pelas particularidades da linha de radiocomunicação e dos dispositivos registradores.

A fixação dos sinais da imagem da Lua foi feita em dispositivos especiais de registro de imagens televisionadas em película fotográfica; em aparelhos de gravação magnética dotados de alta estabilidade de velocidade da fita magnética; em esquiatrones (tubos catódicos de «tela» absorvente); e em aparelhos de gravação aberta com registro da imagem em papel eletroquímico. Os materiais obtidos de tôdas essas diferentes maneiras estão sendo empregados no estudo da parte invisível da Lua.

A transmissão das imagens foi realizada a uma

distância de até 470 000 quilômetros, por meio do sistema de televisão instalado a bordo da estação automática interplanetária. De tal modo, confirmou-se pela primeira vez, experimentalmente, a possibilidade de transmitir no espaço cósmico, a grandes distâncias, imagens de contraste médio de alta precisão, sem alterações específicas de importância no processo de propagação das ondas de rádio.

A face invisível da Lua

Como a Lua completa uma volta em tôrno do seu eixo num tempo igual ao de sua volta completa em tôrno da Terra, apresenta sempre a esta a mesma face. Em tempos remotos, há milhões de anos, a Lua girava em tôrno do seu eixo com maior velocidade do que agora, dando uma volta em umas quantas horas.

As fôrças de atrito das marés originadas pela atração do Sol e da Terra foram freiando a Lua, dilatando o período de sua rotação em tôrno do próprio eixo, fazendo-o igual a 27,32 dias, como é hoje.

Até agora só se podiam traçar cartas da região lunar visível da Terra. O estudo dessa região por meio de telescópios vem sendo feito desde há três séculos e meio. Nessas cartas indicam-se as montanhas anulares, as cordilheiras, as zonas escuras da superfície lunar, — os chamados mares —, e outros acidentes.

Da Terra não se vê apenas metade da superfície da esfera lunar, mas algo mais, uns 59% dela. Nessa parte da Lua, muitos acidentes estão situados no próprio bordo do disco visível e não podiam ser estudados pormenorizadamente, dadas as grandes deformações de perspetiva. O fato de que da Terra se possa estudar um pouco mais da metade do disco

Localização de acidentes na face da Lua invisível da Terra, à base da elaboração preliminar das fotografias obtidas por meio da Estação Automática Interplanetária: 1 Grande mar de crateras de 300 km de diâmetro, o Mar de Moscou; 2 Baía dos Astronautas, nesse mar; 3 Continuação do Mar Austral (de que só era até então conhecida a parte localizada na face visível da Lua); 4 Cratera Tsiolcóvsqui, com pico central; 5 Cratera Lomonóssov, com pico central; 6 Cratera Joliot-Curie; 7 Cordilheira Soviética; 8 Mar dos Sonhos. A linha cheia que atravessa a fotografia é a representação do Equador lunar. A linha interrompida assinala o limite das

obedece às chamadas librações da Lua, isto é, ao balanço aparente da Lua em relação ao observador terrestre.

A fotografia da Lua, feita da estação interplanetária, foi tirada no momento em que esta se encontrava na linha que une o Sol à Lua, isto é, quando esta aparecia para a estação como um disco iluminado quase por completo.

Nas fotografias aparece uma parte considerável da superfície invisível da Lua e uma pequena região com acidentes já conhecidos. Isso permitiu ligar os acidentes nunca antes observados da superfície lunar com os já conhecidos e, de tal modo, determinar as coordenadas selenográficas daqueles.

Entre os acidentes visíveis da Lua, fotografados da estação automática, figuram: o Mar de Humboldt, o Mar das Crises, o Mar da Margem, o Mar de Smith, parte do Mar Austral, e outros.

Ésses mares, situados no próprio bordo da Lua visível da Terra, parecem-nos, em conseqüência das deformações de perspetiva, finos e compridos, e a

partes visível e invisível da Lua observada da Terra. Com linhas cheias fechadas estão contornados os acidentes fixados com exatidão através da elaboração preliminar; com linhas interrompidas fechadas estão contornados os acidentes cujas formas necessitam ainda ser determinadas; com linhas pontuadas fechadas estão contornados os acidentes cuja classificação está sendo determinada. No que respeita à parte restante, está sendo realizada progressivamente a elaboração dos materiais fotográficos obtidos. Os números romanos assinalam acidentes da parte visível da Lua: I Mar de Humboldt; II Mar das Crises; III Mar da Margem; IV Mar das Ondas; V Mar de Smith; VI Mar da Fecundidade; VII Mar Austral.

sua forma verdadeira não tinha sido até agora determinada. Nas fotografias tiradas da estação, êsses mares aparecem longe do bordo visível da Lua e sua forma é apenas levemente alterada pela perspetiva. Assim, pela primeira vez conseguiu-se conhecer a forma real de uma série de acidentes lunares.

Observa-se que nas fotografias da parte invisível da superfície da Lua predominam as regiões montanhosas, ao passo que os mares análogos aos da parte visível são muito poucos. Destacam-se muito os mares de crateras que se estendem nas regiões meridional e limítrofe ao equador.

Dos mares situados junto ao bordo da parte visível, em pronunciada perspetiva, distinguem-se com precisão e quase sem deformações, nas fotografias, os Mares de Humboldt, da Margem, de Smith e Austral. Acontece que êste último está situado em parte considerável na face oculta da Lua, com a particularidade de que seus limites têm forma irregular e sinuosa.

O Mar de Smith, em comparação com o Mar Austral, é mais arredondado de forma. Penetra nêle profundamente, desde o sul, uma região montanhosa. O Mar da Margem encomprida-se um tanto na direção norte e, na direção oposta ao Mar das Crises, se aprofunda.

Original forma de pêra tem o Mar de Humboldt. Tôda a região adjacente ao extremo ocidental do dorso da Lua (ou seja, na direção do Mar da Margem) tem uma capacidade de reflexão intermediária (entre a das regiões montanhosas e a dos mares), o que faz com que se pareça à região da Lua situada entre as crateras Tycho e Petavius e o Mar de Néctar.

A sul-sudeste do Mar de Humboldt, no limite da região indicada, corre uma cadeia de montanhas de

um comprimento de mais de 2 000 quilômetros, que atravessa o Equador e se estende ao hemisfério austral. Atrás dessa cadeia alarga-se um vasto continente, com elevada capacidade de reflexão.

Na região situada entre 20 e 30 graus de latitude Norte e 140 e 160 graus de longitude Oeste, acha-se encravado um mar de crateras com um diâmetro de cêrca de 300 quilômetros. Ao sul, êsse mar termina num gôlfo. No hemisfério austral, na região de coordenadas menos 30 graus de latitude e 130 graus de longitude Oeste, encontra-se uma grande cratera com mais de 100 quilômetros de diâmetro, de fundo escuro e com um brilhante montículo ao centro, rodeado de um extenso penacho luminoso.

A leste da cadeia anteriormente mencionada, na região de 30 graus de latitude Norte, acha-se um grupo de quatro crateras de tamanho médio, a maior das quais tem um diâmetro de cêrca de 70 quilômetros. A sudoeste dêsse grupo, na região de coordenadas 10 graus de latitude Norte e 110 graus de longitude Oeste, há uma cratera isolada de forma circular. No hemisfério austral, junto ao extremo ocidental, encontram-se situadas duas regiões, nas quais a capacidade de reflexão diminui bruscamente.

Além disso, há nas fotografias regiões isoladas com capacidade de reflexão ligeiramente elevada ou diminuída e uma infinidade de pequenas minúcias. A natureza dessas minúcias, sua forma e dimensões poderão determinar-se depois do estudo aprofundado de tôdas as fotografias.

O fato de que pela primeira vez se tenha conseguido transmitir por televisão, de uma estação interplanetária, a imagem da parte invisível da superfície da Lua oferece ilimitadas perspetivas para o estudo dos planêtas do nosso sistema solar.

O vôo do terceiro foguete cósmico abriu uma página nova na história da ciência.

Penetrando no espaço cósmico, os foguetes soviéticos enviarão agora para a Terra não só dados sôbre as propriedades físicas do meio interplanetário e dos astros, mas também fotografias dos corpos celestes que encontrem em seu caminho.

Pela primeira vez realizou-se a transmissão por televisão a uma distância de centenas de milhares de quilômetros.

Amplíssimas são as perspetivas que se abrem ante a astronomia, que tem agora a possibilidade de aproximar os seus instrumentos dos corpos celestes.

O terceiro foguete cósmico soviético e a primeira estação automática interplanetária despertam a admiração de tôda a humanidade progressista.

Coleção Romances do Povo

Direção de Jorge Amado

Boris Polevoi **Um homem de verdade** *

N. Ostrovsky **Assim foi temperado o aço** *

Ferreira de Castro **A lã e a neve**

T. Siomúchkin **O grande Norte** *

Jacques Roumain **Donos do Orvalho**

Dmitri Furmanov **Tchapáiev**

Galina Nikolaieva **A colheita**

Ilya Ehremburg **A tempestade Primeiro volume**

Ilya Ehremburg **A tempestade Segundo volume**

Howard Fast **Espartaco**

Alina Palm **A hora próxima**

Piotr Pavienko **A felicidade**

Alexandr Bek **A estrada de Volokolamsk**

Howard Fast **A tragédia de Sacco e Vanzetti**

Kostantin Fédin **Primeiras Alegrias**

A. Serafimovitch **A torrente de ferro**

Ting Ling **Sol sôbre o rio Sangkhan**

Mulk Raj Anand **Coolie**

Anna Seghers **Os mortos permanecem jovens**

Mikhail Cholokhov **Terra e sangue**

Cada exemplar Cr$ 100,00

Esgotado *

Fotografia do lado invisível da Lua tirada pela Estação Automática Interplanetária soviética. No texto dêste livro, descrição completa do grandioso feito científico.